

Implementasi Algoritma *Support Vector Machine* (SVM) dengan Seleksi Fitur Algoritma Genetika (GA) untuk Prediksi Penyakit Jantung

Nesa Athallah Ramde Pikuang¹, Khairi Budayawan², Dony Novaliendry³, Delvi Asmara⁴

¹Informatika, Universitas Negeri Padang

Corresponding Author: Nesa Athallah Ramde Pikuang, e-mail: nesaathallah@gmail.com

Published: May , 2026

ABSTRAK

Penyakit jantung merupakan salah satu penyakit dengan tingkat kematian yang tinggi sehingga diperlukan metode prediksi yang akurat untuk membantu proses diagnosis dini. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan algoritma *Support Vector Machine* (SVM) dengan metode seleksi fitur Algoritma Genetika (GA) dalam prediksi penyakit jantung. Dataset yang digunakan terdiri dari 918 data pasien dengan 11 fitur. Pengembangan dilakukan menggunakan metode prototype dan diuji melalui *black-box testing*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penerapan algoritma GA pada model SVM mampu meningkatkan akurasi dari 85,32% menjadi 87,5% serta mengoptimalkan penggunaan fitur dari 11 menjadi 9 fitur. Dengan demikian, penerapan seleksi fitur menggunakan algoritma GA pada model SVM mampu menghasilkan performa prediksi yang lebih baik.

Keywords: Penyakit Jantung, *Support Vector Machine*, Algoritma Genetika, Metode Prototype, *Black-box Testing*

ABSTRACT

Heart disease is one of the diseases with a high mortality rate, therefore an accurate prediction method is needed to assist the early diagnosis process. This study aims to implement the Support Vector Machine (SVM) algorithm with the Genetic Algorithm (GA) feature selection method for heart disease prediction. The dataset used consists of 918 patient records with 11 features. The development process was carried out using the prototyping method and tested through black-box testing. The testing results show that the application of the GA algorithm to the SVM model was able to improve accuracy from 85.32% to 87.5% and optimize the number of features from 11 to 9 features. Thus, the implementation of feature selection using the GA algorithm on the SVM model is able to produce better prediction performance.

Keywords: Heart Disease, *Support Vector Machine*, Genetic Algorithm, Prototyping Method, *Black-box Testing*

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

PENDAHULUAN

Penyakit jantung merupakan bagian dari kelompok *cardiovascular disease* (CVD), yaitu gangguan yang menyerang jantung dan pembuluh darah. Penyakit ini menjadi salah satu penyebab utama kematian di dunia, termasuk di Indonesia. *World Health Organization* (WHO) melaporkan bahwa lebih dari 17,9 juta orang meninggal setiap tahun akibat penyakit kardiovaskular, dengan sekitar 80% kasus disebabkan oleh serangan jantung dan stroke. Selain itu, sekitar sepertiga dari kematian akibat penyakit kardiovaskular terjadi secara prematur pada usia di bawah 70 tahun (Hidayat et al., 2024).

Di Indonesia, angka kematian akibat penyakit kardiovaskular mencapai 651.481 jiwa per tahun, yang terdiri dari 331.349 kematian akibat stroke, 245.343 akibat penyakit jantung koroner, dan 50.620 akibat penyakit jantung hipertensi serta penyakit kardiovaskular lainnya (Brin.go.id, 2024). Berdasarkan Data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) dalam Survei Kesehatan Indonesia (SKI) tahun 2023, prevalensi penyakit jantung di Provinsi Sumatera Barat tercatat sebesar 0,87% (RISKESDAS, 2023). Selain itu, Program Jaminan Kesehatan Nasional (JKN) mencatat bahwa penyakit jantung dan pembuluh darah menjadi salah satu penyebab utama tingginya pembiayaan layanan kesehatan. BPJS

Kesehatan melaporkan biaya penjaminan penyakit jantung pada tahun 2023 mencapai Rp23,52 triliun hingga 31 Desember 2023 atau meningkat lebih dari 90% dibandingkan tahun sebelumnya.

Tingginya angka kematian serta besarnya biaya yang ditimbulkan menunjukkan bahwa diagnosis dini menjadi langkah penting dalam upaya pencegahan penyakit jantung. Namun, diagnosis penyakit jantung yang dilakukan secara konvensional masih menghadapi berbagai kendala, seperti proses yang relatif lama. Selain itu, kompleksitas dan volume data medis yang terus meningkat juga dapat memengaruhi proses analisis dan pengambilan keputusan klinis. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan berbasis teknologi yang mampu membantu proses prediksi penyakit jantung secara lebih akurat, objektif, dan efisien.

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah penerapan *artificial intelligence* (AI), khususnya *machine learning* (ML). Dalam prediksi penyakit jantung, metode klasifikasi pada *machine learning* mampu mempelajari pola hubungan antarvariabel klinis untuk menentukan kondisi kesehatan pasien. Salah satu algoritma klasifikasi yang banyak digunakan adalah *Support Vector Machine* (SVM). SVM merupakan algoritma supervised learning yang memiliki kemampuan klasifikasi yang baik dan efektif digunakan dalam prediksi berbagai jenis penyakit (Maisat Eka Darmawan & Fauzan Dianta, 2023). Meskipun demikian, performa algoritma SVM sangat dipengaruhi oleh kualitas fitur yang digunakan sehingga diperlukan metode optimasi untuk meningkatkan kinerja model.

Salah satu metode optimasi yang dapat digunakan adalah Algoritma Genetika (GA). GA mampu melakukan seleksi fitur dan optimasi parameter sehingga dapat meningkatkan efisiensi serta performa model prediksi. Penelitian yang dilakukan oleh (Darmawan et al., 2023) menunjukkan bahwa penerapan GA pada model SVM mampu meningkatkan kinerja model dibandingkan dengan SVM tanpa optimasi. Meskipun penelitian mengenai penerapan SVM dan Algoritma Genetika telah banyak dilakukan, sebagian besar penelitian masih berfokus pada optimasi model dan belum banyak yang mengintegrasikan kedua metode tersebut secara *end-to-end* ke dalam sistem berbasis web untuk prediksi penyakit jantung. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan algoritma Support Vector Machine yang dioptimasi menggunakan Algoritma Genetika sebagai metode seleksi fitur dalam prediksi penyakit jantung, serta mengembangkan sistem berbasis web untuk mendukung proses prediksi secara lebih efektif.

METODE PENELITIAN

Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari dataset yang tersedia pada *Elsevier Mendeley Data Repository*. Dataset terdiri dari 918 data dengan total 12 variabel yang merepresentasikan faktor-faktor yang memengaruhi penyakit jantung. Sebanyak 11 variabel digunakan sebagai fitur yang menggambarkan kondisi klinis pasien, sedangkan satu variabel lainnya berperan sebagai kelas target (label) yang menunjukkan status penyakit jantung. Atribut target bersifat biner, dengan nilai 1 menunjukkan bahwa pasien menderita penyakit jantung dan nilai 0 menunjukkan bahwa pasien tidak menderita penyakit jantung.

Dataset terdiri dari 918 data klinis pasien yang kemudian dibagi menjadi 80% data latih dan 20% data uji. Sebanyak 734 data digunakan untuk sebagai data latih dan 184 data sebagai data uji. Pembagian data ini bertujuan untuk menjaga keseimbangan antara proses pelatihan dan evaluasi kinerja model.

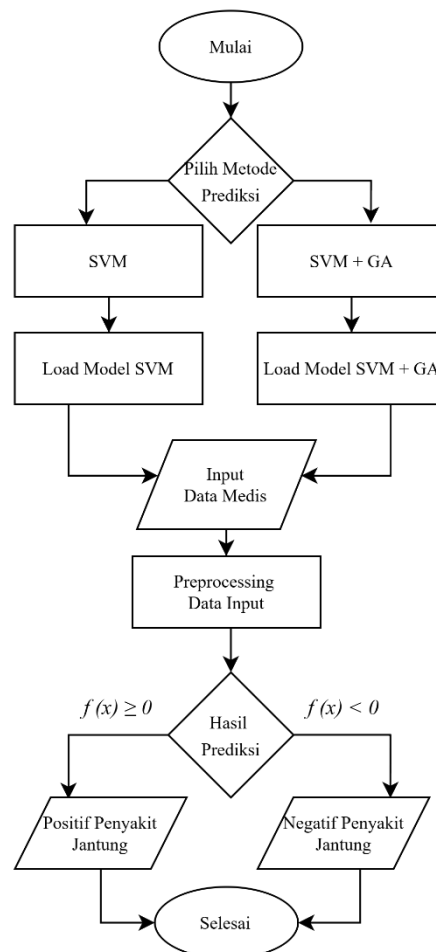
Tabel 1 Deskripsi Atribut Dataset.

No	Atribut	Keterangan
1	age	usia
2	sex	jenis kelamin 1: laki-laki 0: perempuan
3	cp (<i>chest pain type</i>)	jenis nyeri dada

		1: typical angina 2: atypical angina 3: non-anginal pain 4: asymptomatic
4	trestbps (<i>resting blood pressure</i>)	tekanan darah saat istirahat (mm Hg)
5	chol (<i>serum cholestoral</i>)	kolesterol serum (mg/dl)
6	fbs (<i>fasting blood sugar</i>)	gula darah saat puasa > 120 mg/dl 0: false 1: true
7	restecg (<i>resting electrocardiographic results</i>)	hasil elektrokardiografi saat istirahat 0: Normal 1: having ST-T wave abnormality 2: showing probable or definite left ventricular hypertrophy
8	thalach (<i>maximum heart rate achieved</i>)	denyut jantung paling tinggi yang dicapai
9	exang (<i>exercise induced angina</i>)	nyeri dada yang muncul saat beraktivitas / olahraga 0: false 1: true
10	oldpeak (<i>ST depression induced by exercise relative to rest</i>)	penurunan segmen ST pada hasil rekaman EKG yang terjadi saat beraktivitas
11	slope (<i>the slope of the peak exercise ST segment</i>)	kemiringan segmen ST pada EKG saat puncak latihan untuk menilai respons jantung terhadap aktivitas. 1: upsloping 2: flat 3: downsloping
12	target	status penyakit jantung 0: tidak menderita penyakit jantung 1: menderita penyakit jantung

Rancangan Sistem

Sistem prediksi penyakit jantung dirancang dengan mengintegrasikan algoritma *Support Vector Machine* (SVM) dan Algoritma Genetika (GA). SVM digunakan untuk mengklasifikasikan data pasien ke dalam kategori terindikasi penyakit jantung atau tidak, sedangkan GA digunakan sebagai metode seleksi fitur untuk memperoleh fitur yang paling relevan. Sistem menyediakan dua metode klasifikasi, yaitu SVM dan SVM+GA. Pengguna memasukkan data medis pasien, kemudian sistem melakukan preprocessing data dan memproses data menggunakan model yang dipilih. Hasil prediksi ditampilkan beserta nilai probabilitas prediksi penyakit jantung.



Gambar 1. Flowchart Sistem Prediksi Penyakit Jantung.

Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang digunakan dalam penelitian ini adalah prototyping. Metode prototyping merupakan pendekatan pengembangan perangkat lunak yang bertujuan untuk membangun model awal sistem sebagai representasi dari sistem yang akan dibuat (Fridayanthie et al., 2021).

1. Communication

Sistem yang dikembangkan bertujuan untuk memprediksi penyakit jantung berdasarkan data medis pasien menggunakan algoritma *Support Vector Machine* (SVM) dengan seleksi fitur Algoritma Genetika (GA). Sistem menggunakan GA untuk memilih fitur yang paling relevan.

Sistem dibangun menggunakan bahasa pemrograman Python dengan framework *Streamlit* untuk pengembangan aplikasi berbasis web. Beberapa library yang digunakan yaitu Pandas dan NumPy untuk pengolahan data, Scikit-learn untuk implementasi SVM, serta DEAP untuk implementasi Algoritma Genetika (GA).

2. Quick Plan

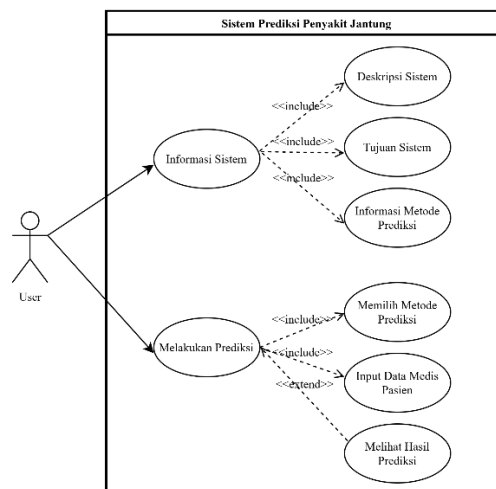
Perencanaan sistem dimulai dengan pengumpulan dataset pasien penyakit jantung yang akan digunakan pada proses klasifikasi, kemudian melalui tahap pra-pemrosesan data sebelum digunakan dalam proses pelatihan model.

Metode Support Vector Machine (SVM) digunakan sebagai algoritma klasifikasi, sedangkan Algoritma Genetika (GA) digunakan untuk melakukan seleksi fitur guna meningkatkan performa model. Sistem dirancang berbasis web menggunakan framework Streamlit sehingga pengguna dapat memasukkan data medis pasien dan memperoleh hasil prediksi penyakit jantung secara langsung.

3. *Modelling Quick Plan*

Tahap ini merupakan lanjutan dari perencanaan awal dengan merancang model konseptual dan alur proses sistem prediksi penyakit jantung menggunakan algoritma *Support Vector Machine* (SVM) dan seleksi fitur Algoritma Genetika (GA)

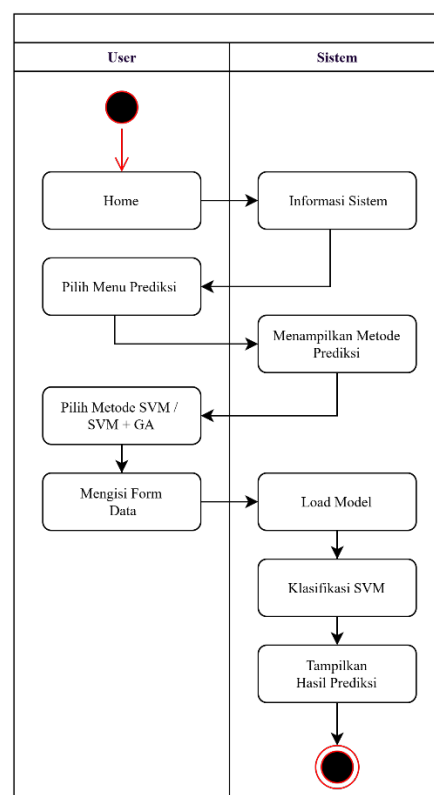
a. Use Case Diagram



Gambar 2. Use Case Diagram Sistem.

User dapat mengakses menu informasi sistem yang mencakup deskripsi sistem, tujuan sistem, dan informasi metode prediksi yang digunakan. Pada sistem ini, user melakukan memilih metode prediksi yang akan digunakan dan input data medis pasien. Selanjutnya, sistem akan memproses data dan menampilkan hasil prediksi penyakit jantung kepada user.

b. Activity Diagram



Gambar 3. Activity Diagram Sistem.

Proses dimulai ketika user mengakses halaman home dan memilih menu prediksi. Sistem kemudian menampilkan metode prediksi yang tersedia yaitu metode SVM dan SVM+GA. Selanjutnya, user memilih metode prediksi dan mengisi form data medis pasien kemudian,

sistem melakukan proses load model dan klasifikasi menggunakan algoritma Support Vector Machine (SVM). Hasil klasifikasi kemudian ditampilkan kepada user dalam bentuk hasil prediksi penyakit jantung.

4. *Construction Of Prototype*

Pembangunan prototype dilakukan berdasarkan rancangan sistem yang telah dibuat sebelumnya, mulai dari tampilan antarmuka, proses input data medis pasien, hingga proses prediksi penyakit jantung. Prototype sistem dikembangkan menggunakan framework Streamlit sebagai frontend dan bahasa pemrograman Python sebagai backend. Sistem mengimplementasikan algoritma *Support Vector Machine* (SVM) untuk proses klasifikasi dan Algoritma Genetika (GA) untuk seleksi fitur.

5. *Deployment Delivery and Feedback*

Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode *black box testing* untuk memastikan setiap fitur pada sistem berjalan dengan baik sesuai kebutuhan fungsional. Pengujian dilakukan pada proses input data medis, pemilihan metode prediksi, dan tampilan hasil prediksi penyakit jantung.

Sistem diuji menggunakan aplikasi berbasis Streamlit dengan algoritma *Support Vector Machine* (SVM) dan seleksi fitur Algoritma Genetika (GA). Selain itu, dilakukan evaluasi pengguna untuk mengetahui kemudahan penggunaan sistem dan hasil feedback digunakan sebagai bahan pengembangan sistem selanjutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Model

1. *Algoritma Support Vector Machine (SVM)*

Proses pembentukan model *Support Vector Machine* (SVM) dilakukan menggunakan data latih sebanyak 734 data yang telah melalui tahap *preprocessing*. Pada penelitian ini, optimasi hyperparameter dilakukan menggunakan metode *GridSearchCV* untuk memperoleh kombinasi parameter terbaik. Proses optimasi dilakukan dengan menerapkan teknik *cross-validation*.

```
Parameter terbaik: {'C': 1, 'gamma': 0.1, 'kernel': 'rbf'}
Rata-rata F1-score: 0.8804570004154548
```

Gambar 4. Hasil Optimasi Hyperparameter.

Berdasarkan hasil optimasi hyperparameter menggunakan *GridSearchCV*, diperoleh parameter terbaik yaitu nilai $C = 1$, $\gamma = 0.1$, dan kernel RBF dengan rata-rata F1-score sebesar 88.04%. Setelah proses pelatihan dan optimasi hyperparameter selesai dilakukan, model SVM terbaik kemudian dievaluasi menggunakan data uji sebanyak 184 data untuk mengetahui performa model dalam melakukan klasifikasi penyakit jantung.

```
Akurasi SVM: 0.8532608695652174
Dalam persen: 85.32608695652173

=== CLASSIFICATION REPORT ===
              precision    recall  f1-score   support

    0             0.87        0.79         0.83         82
    1             0.84        0.90         0.87        102

 accuracy                   0.85         184
 macro avg              0.86         0.85         0.85         184
 weighted avg           0.85         0.85         0.85         184
```

Gambar 5. Hasil Evaluasi Support Vector Machine.

Berdasarkan hasil evaluasi menggunakan data uji, model *Support Vector Machine* (SVM) tanpa seleksi fitur menghasilkan nilai akurasi sebesar 85,32%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa model mampu melakukan klasifikasi penyakit jantung dengan cukup baik.

2. Algoritma *Support Vector Machine* (SVM) dan Algoritma Genetika (GA)

Pada metode *Support Vector Machine* dengan Algoritma Genetika, dilakukan proses seleksi fitur menggunakan Algoritma Genetika sebelum tahap klasifikasi menggunakan SVM. Seleksi fitur dilakukan untuk memperoleh kombinasi fitur terbaik yang paling berpengaruh terhadap prediksi penyakit jantung, sehingga dapat meningkatkan performa model dan mengurangi fitur yang kurang relevan.

Algoritma Genetika merepresentasikan setiap individu sebagai kromosom biner, di mana nilai 1 menunjukkan fitur dipilih dan nilai 0 menunjukkan fitur tidak dipilih. Setiap kromosom dievaluasi menggunakan nilai fitness berdasarkan performa model SVM dengan metode *Stratified K-Fold Cross-Validation*. Proses evolusi dilakukan melalui tahapan seleksi, *crossover*, dan mutasi hingga diperoleh kromosom terbaik. Hasil kromosom terbaik ditunjukkan pada Gambar 6.

Kromosom terbaik: [0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 1]

Gambar 6. Kromosom Terbaik.

Gambar 6 menunjukkan kromosom terbaik hasil proses seleksi fitur menggunakan Algoritma Genetika. Proses evolusi dilakukan menggunakan ukuran populasi sebanyak 100 individu, probabilitas *crossover* sebesar 0,8, probabilitas mutasi sebesar 0,2, dan jumlah generasi sebanyak 20 generasi.

Fitur terpilih GA: ['sex', 'cp', 'trestbps', 'chol', 'fbs', 'restecg', 'exang', 'oldpeak', 'slope']

Gambar 7. Fitur Terpilih Algoritma Genetika.

Berdasarkan hasil seleksi fitur menggunakan Algoritma Genetika, diperoleh beberapa fitur terbaik yang digunakan dalam proses klasifikasi menggunakan metode SVM. Fitur-fitur terpilih ditunjukkan pada Gambar 7. Fitur hasil seleksi tersebut kemudian digunakan dalam pembentukan model SVM + GA. Model selanjutnya diuji menggunakan data uji sebanyak 184 data untuk mengetahui performa klasifikasi penyakit jantung.

Akurasi SVM + GA: 0.875					
Dalam persen: 87.5					
Classification Report:					
	precision	recall	f1-score	support	
0	0.92	0.79	0.85	82	
1	0.85	0.94	0.89	102	
accuracy			0.88	184	
macro avg	0.88	0.87	0.87	184	
weighted avg	0.88	0.88	0.87	184	

Gambar 8. Hasil Evaluasi SVM + GA.

Berdasarkan hasil evaluasi menggunakan data uji, model SVM + GA memperoleh nilai akurasi sebesar 87,5%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan seleksi fitur menggunakan Algoritma Genetika mampu meningkatkan performa model dibandingkan metode SVM tanpa seleksi fitur.

Hasil Pengembangan

1. Halaman Prediksi Metode SVM

Predijantung

Home

Prediksi

Metode Prediksi

SVM

SVM + GA

Masukkan Data Pasien

Metode: Support Vector Machine

Umur

39

Gula Darah Puasa > 120 mg/dl

0 (Tidak)

Jenis Kelamin

0 (Laki-laki)

Hasil ECG Istirahat

0 (Normal)

Jenis Nyeri Dada

3 (Non-anginal pain)

Denyut Jantung Maksimum

152

Tekanan Darah Istirahat (mmHg)

138

Angina Akibat Latihan

0 (Tidak)

Kolesterol Serum (mg/dl)

220

Oldpeak (ST Depression)

0.00

Kemiringan Segmen ST

2 (Flat)

Prediksi

Pasien diprediksi tidak berisiko penyakit jantung dengan tingkat risiko (15.09%)

Gambar 9. Hasil Prediksi Metode SVM.

Gambar 9 menunjukkan tampilan halaman prediksi metode SVM. Sistem menampilkan hasil prediksi penyakit jantung beserta tingkat risikonya. Notifikasi berwarna hijau menunjukkan bahwa pasien diprediksi tidak berisiko penyakit jantung.

2. Halaman Prediksi Metode SVM + GA

Predijantung

Home

Prediksi

Metode Prediksi

SVM

SVM + GA

Masukkan Data Pasien

Metode: Support Vector Machine + Algoritma Genetika

Jenis Kelamin

1 (Perempuan)

Gula Darah Puasa > 120 mg/dl

0 (Tidak)

Jenis Nyeri Dada

4 (Asymptomatic)

Hasil ECG Istirahat

0 (Normal)

Tekanan Darah Istirahat (mmHg)

136

Angina Akibat Latihan

1 (Ya)

Kolesterol Serum (mg/dl)

220

Oldpeak (ST Depression)

3.00

Kemiringan Segmen ST

2 (Flat)

Prediksi

Pasien diprediksi berisiko penyakit jantung sebesar 89.85%

Gambar 10. Hasil Prediksi Metode SVM + GA.

Gambar 10 menunjukkan tampilan halaman prediksi metode SVM dengan Algoritma Genetika. Sistem menampilkan hasil prediksi penyakit jantung beserta tingkat risikonya. Notifikasi berwarna merah menunjukkan bahwa pasien diprediksi berisiko penyakit jantung.

Hasil Pengujian Sistem

Sistem diuji menggunakan metode *black-box testing* untuk memastikan bahwa seluruh komponen dalam sistem dapat berjalan dengan baik secara terpadu. Pengujian dilakukan pada setiap fitur utama yang terdapat pada sistem. Berikut hasil proses pengujian integrasi modul pada sistem yang telah dibangun:

NO	Skenario Pengujian	Deskripsi	Status
1	Akses Halaman Home	Sistem menampilkan halaman Home yang yang memuat informasi mengenai sistem.	Berhasil

2	Input Data Pasien Metode SVM	Pengguna memasukkan data medis pasien lengkap sesuai fitur metode SVM	Berhasil
3	Prediksi Penyakit Jantung Metode SVM	Sistem memproses data menggunakan model SVM dan menampilkan hasil prediksi beserta probabilitas	Berhasil
4	Input Data Pasien Metode SVM + GA	Pengguna memasukkan data medis pasien sesuai fitur terpilih hasil Algoritma Genetika	Berhasil
5	Prediksi Penyakit Jantung Metode SVM + GA	Sistem memproses data menggunakan model SVM + GA dan menampilkan hasil prediksi beserta tingkat risiko	Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan metode black-box testing, seluruh fungsi pada sistem dapat berjalan dengan baik sesuai dengan skenario pengujian yang telah ditentukan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, sistem prediksi penyakit jantung berbasis web menggunakan metode *Support Vector Machine* (SVM) dan *Support Vector Machine* dengan Algoritma Genetika (SVM + GA) berhasil dikembangkan dan diimplementasikan dengan baik.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa metode SVM memperoleh nilai akurasi sebesar 85,32%, sedangkan metode SVM + GA memperoleh nilai akurasi sebesar 87,5%. Penerapan Algoritma Genetika berhasil melakukan seleksi fitur dari 11 fitur menjadi 9 fitur terpilih. Selain itu, hasil pengujian sistem menggunakan metode black-box testing menunjukkan bahwa seluruh fungsi pada aplikasi berjalan dengan baik sesuai dengan skenario pengujian yang telah ditentukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Brin.go.id. (2024). *Tingginya Kasus Kardiovaskular di Indonesia Akibat Gaya Hidup Tidak Sehat*, BRIN Peringatkan Pentingnya Pencegahan. Brin.Go.Id. <https://brin.go.id/ork/posts/kabar/tingginya-kasus-kardiovaskular-di-indonesia-akibat-gaya-hidup-tidak-sehat-brin-peringatkan-pentingnya-pencegahan>
- Darmawan, I. P. D. W., Pradnyana, G. A., & Pascima, I. B. N. (2023). Optimasi Parameter Support Vector Machine Dengan Algoritma Genetika Untuk Analisis Sentimen Pada Media Sosial Instagram. *SINTECH (Science and Information Technology) Journal*, 6(1), 58–67. <https://doi.org/10.31598/sintechjournal.v6i1.1245>
- Fridayanthie, E. W., Haryanto, H., & Tsabitah, T. (2021). Penerapan Metode Prototype Pada Perancangan Sistem Informasi Penggajian Karyawan (Persis Gawan) Berbasis Web. *Paradigma - Jurnal Komputer Dan Informatika*, 23(2), 151–157. <https://doi.org/10.31294/p.v23i2.10998>
- 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.
- Maisat Eka Darmawan, Z., & Fauzan Dianta, A. (2023). Implementasi Optimasi Hyperparameter GridSearchCV Pada Sistem Prediksi Serangan Jantung Menggunakan SVM. *Teknologi*, 13(1), 8–15. <https://doi.org/10.26594/teknologi.v13i1.3098>
- RISKESDAS. (2023). Survei Kesehatan Indonesia 2023 (SKI). *Kemendes*, 235.