

KLASIFIKASI RISIKO PENYAKIT JANTUNG MENGGUNAKAN ALGORITMA VECTOR MACHINE (SVM)

Guntur Ariyanto Pamungkas, Reni Rahmadewi, Indri Purwita Sary

Teknik Elektro, Universitas Singaperbangsa Karawang

Jl. HS.Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat 41361

2110631160072@student.unsika.ac.id

ABSTRAK

Penyakit jantung merupakan salah satu penyebab utama kematian di dunia, sehingga deteksi dini menjadi hal yang sangat penting untuk mencegah risiko fatal. Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan risiko penyakit jantung dengan menggunakan algoritma Support Vector Machine (SVM). Permasalahan yang diangkat adalah masih tingginya angka kematian akibat keterlambatan dalam pemeriksaan dini serta kurangnya akses informasi terkait penyakit jantung. Data yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari situs Kaggle dan mencakup berbagai atribut demografis dan medis. Tahapan penelitian mencakup pra-pemrosesan data, pelatihan model menggunakan kernel Radial Basis Function (RBF), serta optimasi parameter dengan grid search dan k-fold cross-validation. Evaluasi dilakukan menggunakan metrik akurasi, confusion matrix, precision, recall, dan F1-score. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model SVM memiliki performa tinggi, dengan akurasi sebesar 96% pada data latih dan 100% pada data uji. Temuan ini membuktikan bahwa SVM efektif dalam mendeteksi risiko penyakit jantung dan berpotensi besar untuk diterapkan dalam sistem pendukung keputusan klinis.

Kata kunci : Penyakit Jantung, Klasifikasi, Support Vector Machine, Akurasi, Deteksi Dini

1. PENDAHULUAN

Jantung sebuah rongga organ berotot yang memompa darah melalui pembuluh darah dengan kontraksi berirama yang terus berulang merupakan salah satu organ manusia yang berperan dalam sistem peredaran darah. Darah kemudian menyuplai oksigen dan nutrisi pada tubuh, dimana darah juga membantu menghilangkan sisa-sisa dari metabolisme. Letak Jantung berada di rongga dada sekitar sebelah kiri. Jantung sebagai salah organ terpenting dalam tubuh memiliki resiko kematian jika ada kelainan yang terjadi pada jantung. Beberapa masalah pada jantung dibagi menjadi dua yaitu penyakit jantung dan serangan jantung. WHO berdasarkan data menyatakan bahwa ada sebanyak 7,3 juta penduduk di dunia yang meninggal dikarenakan penyakit jantung. Tipe penyakit jantung terjadi dikarenakan jantung tidak dapat melaksanakan tugasnya dengan baik, seperti Otot jantung yang lemah atau adanya celah antara serambi kanan dan serambi kiri [1].

Penyakit jantung adalah kondisi ketika bagian jantung yang meliputi pembuluh darah jantung, selaput jantung, katup jantung, dan otot jantung mengalami gangguan. Penyakit jantung bisa disebabkan oleh berbagai hal, seperti sumbatan pada pembuluh darah jantung, peradangan, infeksi, atau kelainan bawaan. Pada dinding jantung, terdapat pembuluh darah jantung atau arteri koroner yang mengalirkan darah kaya oksigen ke seluruh bagian jantung. Pembuluh ini memiliki dua cabang, yaitu pembuluh darah koroner kanan dan kiri [2]. Berdasarkan catatan Organisasi Kesehatan Sedunia (WHO), diperkirakan sebanyak 17,9 juta kematian setiap tahunnya disebabkan oleh masalah kardiovaskular. Angka ini setara dengan 32 persen kasus kematian secara global. Dari angka tersebut,

sebanyak 85 persen diantaranya disebabkan oleh serangan jantung dan stroke. Hal ini masih harus terus menjadi perhatian masyarakat. Betapa tidak, ancaman penyakit jantung begitu nyata [3]. Laporan riset Kesehatan Dasar 2018 menunjukkan, rata-rata prevalensi penyakit ini di Indonesia sebesar 1,5% pada tahun tersebut. Ada 11 provinsi yang memiliki prevalensi penyakit jantung di atas rata-rata nasional tersebut. Kalimantan Utara memiliki prevalensi penyakit jantung tertinggi di Indonesia sebesar 2,2%. DI Yogyakarta dan Gorontalo dengan prevalensi penyakit jantung masing-masing sebesar 2%. Kemudian, Kalimantan Timur, DKI Jakarta, dan Sulawesi Tengah masing-masing memiliki prevalensi penyakit jantung sebesar 1,9%. Kemudian, prevalensi penyakit jantung di Sulawesi Utara sebesar 1,8%. Sementara itu, sebesar masing-masing 1,6% prevalensi penyakit jantung berasal dari Aceh, Sumatera Barat, Jawa Barat, dan Jawa Tengah

Terdapat hubungan antara kurangnya akses informasi/media dengan keterlambatan pemeriksaan awal Penyakit Jantung. Kurangnya akses untuk mencari informasi tentang penyakit serangan jantung ini menyebabkan peningkatan angka kematian setiap tahunnya. Karena itu, dibutuhkan sebuah sistem klasifikasi yang dapat memberikan informasi tentang penyakit serangan jantung serta dapat melakukan pengecekan klasifikasi secara dini tentang penyakit serangan jantung yang dialami oleh seseorang [4]. Untuk melakukan sebuah klasifikasi sistem membutuhkan metode yang tepat dalam mengelola pengetahuan yang diadopsi dari pakar sehingga diperoleh hasil yang akurat [5].

Salah satunya adalah penggunaan algoritma SVM pada aplikasi ML dapat meningkatkan keakuratan hasil diagnosa menjadi lebih tinggi, karena

semakin banyak data yang bersifat lengkap dan tepat maka akan menambah tingkat keakuratan dari hasil diagnosisnya [6], sistem pembelajaran dengan menggunakan teori berupa fungsi linear dalam suatu fitur yang dilatih menggunakan algoritma yang didasari oleh teori yang optimal [7], SVM dikembangkan oleh Vapnik, Guyon & Boser. Pertama kali SVM ditampilkan sekitar tahun 1992 pada *Annual Workshop on Computational Learning Theory*. Metode tersebut merupakan learning machine dengan tujuan mencari hyperplane terbaik yang membagi dua buah kelas di input space [8], algoritma SVM mencari *hyperplane* yang mampu memisahkan data dari berbagai kelas secara linier [9], dengan dua fungsi kernel linear dan kernel RBF [10], algoritma SVM mampu memberikan tingkat akurasi yang paling baik yaitu 90,55% dibandingkan algoritma decision tree dan ANN [11], sehingga algoritma Support Vector Machine adalah hasil akurasi yang tinggi pada ruang berdimensi tinggi [12].

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Menurut Depari et al. dalam penelitiannya yang berjudul “Perbandingan Model Decision Tree, Naive Bayes dan Random Forest untuk Prediksi Klasifikasi Penyakit Jantung”, dilakukan perbandingan tiga algoritma machine learning untuk memprediksi penyakit jantung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Random Forest memberikan akurasi tertinggi dibandingkan dengan algoritma lainnya, sehingga dinilai lebih andal untuk sistem klasifikasi penyakit [1].

Menurut Bianto et al. dengan judul “Perancangan Sistem Klasifikasi Penyakit Jantung Menggunakan Naïve Bayes”, algoritma Naïve Bayes digunakan untuk membantu proses klasifikasi risiko penyakit jantung. Penelitian ini menekankan pentingnya pemilihan atribut yang relevan dan preprocessing data dalam meningkatkan akurasi sistem klasifikasi berbasis data medis [2].

Menurut Akbarollah et al. dengan judul “Penerapan Algoritma K-Nearest Neighbor Dalam Klasifikasi Penyakit Jantung” bertujuan mengidentifikasi performa K-NN dalam memprediksi penyakit jantung. Penelitian ini menunjukkan bahwa nilai parameter k sangat memengaruhi hasil klasifikasi dan pemilihan fitur yang tepat dapat meningkatkan akurasi model secara signifikan [3].

2.2. Data Mining

Data mining merupakan proses untuk mengekstraksi pola atau informasi yang signifikan dari kumpulan data yang besar. Teknik ini bertujuan untuk menemukan pengetahuan tersembunyi dalam data dengan menganalisisnya dari berbagai sudut pandang,

kemudian menyusunnya menjadi informasi yang bernilai dan dapat digunakan [13].

2.3. Machine learning

Machine learning adalah cabang dari kecerdasan buatan yang memungkinkan suatu sistem untuk mempelajari pola dari data dan meningkatkan performanya secara otomatis tanpa perlu pemrograman langsung. Terdapat tiga kategori utama dalam machine learning, yaitu supervised learning, unsupervised learning, dan reinforcement learning. Pada penelitian ini, digunakan pendekatan supervised learning, di mana model dilatih menggunakan data yang telah diberi label atau target secara jelas [14].

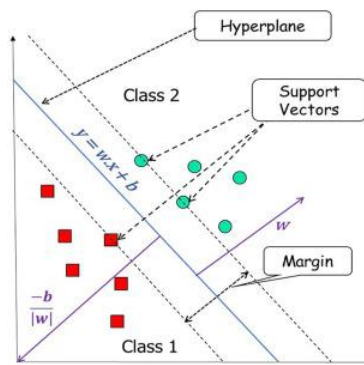
2.4. Support Vector Machine (SVM)

Support Vector Machine (SVM) merupakan salah satu algoritma dalam machine learning yang berfungsi untuk menyelesaikan masalah klasifikasi maupun regresi. Algoritma ini bekerja dengan menentukan hyperplane optimal yang mampu memisahkan dua kelompok data dalam ruang berdimensi tinggi. Fokus utama SVM adalah memaksimalkan jarak atau margin antara kedua kelas tersebut. SVM dikenal sangat efisien dalam menangani data berdimensi tinggi dan banyak digunakan dalam bidang seperti pengenalan pola, klasifikasi dokumen teks, serta diagnosa di dunia medis [15].

3. METODE PENELITIAN

Penerapan algoritma Support Vector Machine (SVM) dalam klasifikasi penyakit jantung dimulai dengan pemrosesan data, termasuk normalisasi fitur numerik agar memiliki skala yang seragam dan pengubahan data kategorikal menjadi format numerik. Algoritma SVM menggunakan kernel, seperti Radial Basis Function (RBF), untuk memetakan data ke dimensi yang lebih tinggi sehingga pola yang tidak linier dapat dipisahkan dengan lebih baik. Parameter utama, yaitu C (regularisasi) dan γ (parameter kernel), dioptimalkan menggunakan teknik *grid search* untuk meningkatkan akurasi model.

Pada tahap klasifikasi, SVM memisahkan data ke dalam dua kelas, misalnya pasien dengan dan tanpa risiko penyakit jantung, dengan membuat hyperplane yang memaksimalkan margin antar kelas. Evaluasi model dilakukan menggunakan data uji dengan metrik seperti akurasi, confusion matrix, precision, recall, dan F1-score untuk memastikan performa model yang optimal. Penerapan SVM ini sangat relevan digunakan untuk mendeteksi risiko penyakit jantung secara dini dan membantu dokter dalam pengambilan keputusan. Dengan integrasi ke dalam sistem pendukung keputusan klinis atau aplikasi berbasis teknologi, SVM dapat menjadi alat diagnostik yang andal dan efisien.



Gambar 1. Ilustrasi support vector machine (SVM)

3.1. Pengumpulan Dataset:

- Dataset penyakit jantung diperoleh dari Kaggle, mencakup atribut demografi, kondisi medis, dan label klasifikasi (dengan/atau tanpa penyakit jantung).



Gambar 2. Dataset kaggle

3.2. Eksplorasi dan Pra-Pemrosesan Data:

- Data diperiksa untuk missing values, outlier, dan distribusi kelas.
- Fitur numerik dinormalisasi, sementara fitur kategorikal diencode menjadi format numerik.
- Dataset dibagi menjadi data latih (80%) dan data uji (20%) dengan stratified sampling.

3.3. Pemodelan dan Pelatihan:

- Algoritma Support Vector Machine (SVM) digunakan dengan kernel Radial Basis Function (RBF).
- Pelatihan dilakukan pada data latih dengan optimasi parameter 'C' dan 'gamma' menggunakan grid search dan k-fold cross-validation.

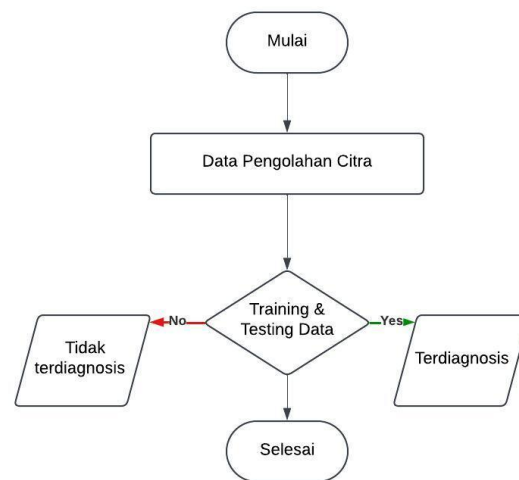
3.4. Evaluasi Model:

- Kinerja model diuji menggunakan data uji dengan metrik akurasi, confusion matrix, precision, recall, dan F1-score.
- Model mencapai akurasi tinggi, menunjukkan efektivitasnya dalam mengklasifikasikan risiko penyakit jantung.

3.5. Analisis dan Implementasi:

- Hasil menunjukkan SVM mampu mengklasifikasikan risiko penyakit jantung dengan baik, menjadikannya potensi untuk

digunakan dalam sistem pendukung keputusan klinis.



Gambar 3. Flowchart

Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan penyakit jantung menggunakan algoritma Support Vector Machine (SVM). Dataset yang digunakan diambil dari Kaggle, yang mencakup berbagai atribut penting seperti data demografi, kondisi medis, dan label klasifikasi untuk mendeteksi risiko penyakit jantung. Tahap awal penelitian melibatkan eksplorasi dataset untuk memahami struktur data, termasuk pemeriksaan missing values, outlier, serta distribusi kelas. Data kemudian diproses melalui normalisasi fitur numerik dan pengubahan fitur kategorikal menjadi format numerik menggunakan metode encoding. Selanjutnya, dataset dibagi menjadi data latih (80%) dan data uji (20%) menggunakan stratified sampling agar distribusi kelas tetap seimbang.

Pada tahap pemodelan, algoritma Support Vector Machine (SVM) digunakan dengan kernel Radial Basis Function (RBF), yang efektif untuk menangani pola data non-linear. Proses pelatihan model dilakukan pada data latih, dengan optimasi parameter C (regularisasi) dan gamma (parameter kernel) melalui teknik grid search dan k-fold cross-validation. Optimasi ini bertujuan untuk meningkatkan performa model dalam klasifikasi penyakit jantung.

Evaluasi model dilakukan dengan menggunakan data uji dan melibatkan berbagai metrik, seperti akurasi, confusion matrix, precision, recall, dan F1-score. Hasil menunjukkan bahwa model SVM mampu mencapai akurasi tinggi, sehingga efektif untuk tugas klasifikasi penyakit jantung. Keberhasilan ini membuktikan bahwa SVM dapat menjadi pendekatan yang andal dalam mendukung deteksi dini penyakit jantung.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini, akan dibahas hasil dari penerapan algoritma Support Vector Machine (SVM) dalam klasifikasi risiko penyakit jantung. Penelitian ini

melibatkan serangkaian proses mulai dari pengumpulan data, pemrosesan data, pemodelan dengan SVM, hingga evaluasi performa model. Hasil yang diperoleh dari uji model SVM menunjukkan tingkat akurasi yang sangat baik, baik pada data latih maupun data uji. Evaluasi terhadap confusion matrix dan berbagai metrik lainnya memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai keefektifan model dalam mengklasifikasikan risiko penyakit jantung.

```
# Buat model SVC
clf = SVC()

# Latih model menggunakan data pelatihan
clf.fit(X_train, y_train)

# Prediksi respons untuk data uji
y_pred = clf.predict(X_test)

# Output hasil prediksi
print(y_pred)

[1 0 2 1 1 0 1 2 1 1 2 0 0 0 1 2 1 1 2 0 2 0 2 2 2 2 2 0 0 0 0 1 0 0 2 1
 0 0 0 2 1 1 0 0]
```

Gambar 4. Kode program dan hasil

Hasil prediksi model SVM menunjukkan deretan angka yang masing-masing mewakili kelas risiko penyakit jantung pada setiap pasien dalam dataset uji. Angka 0 menunjukkan pasien yang tidak memiliki risiko penyakit jantung, sementara angka 1 menunjukkan pasien dengan risiko sedang, dan angka 2 mewakili pasien dengan risiko tinggi. Jika hasil prediksi adalah `1, 0, 2, 1, 1, 0, 1, 2, 1, 1, 2, 0, 0`, maka ini mengindikasikan bahwa pasien pertama memiliki risiko sedang (1), pasien kedua tidak memiliki risiko (0), pasien ketiga berisiko tinggi (2), dan seterusnya. Prediksi ini memberikan gambaran tentang seberapa besar risiko yang dimiliki setiap pasien, yang nantinya dapat membantu dalam pengambilan keputusan medis dan diagnosis penyakit jantung.

```
from sklearn.metrics import accuracy_score

print(accuracy_score(y_pred, y_test))

1.0
```

Gambar 5. Hasil program

Hasil uji model SVM yang menunjukkan nilai 1.0 mengindikasikan bahwa model berhasil melakukan prediksi dengan akurat 100% pada data uji. Artinya, semua prediksi yang dilakukan oleh model sesuai dengan label asli pada data uji, tanpa ada kesalahan klasifikasi. Ini menunjukkan bahwa model SVM sangat efektif dalam mengklasifikasikan risiko penyakit jantung pada dataset yang diuji.

Hasil yang diperoleh dari uji model SVM menunjukkan kinerja yang sangat baik. Dengan akurasi 0.96 pada data latih, artinya model berhasil memprediksi dengan tepat 96% dari sampel yang digunakan untuk pelatihan. Ini menunjukkan bahwa model mampu belajar pola dan hubungan dalam data dengan cukup baik.

```
# Output akurasi
print('Accuracy for training set using SVM = {}'.format(accuracy_train))
print('Accuracy for test set using SVM = {}'.format(accuracy_test))

# Jika Anda ingin menampilkan confusion matrix dalam bentuk heatmap (untuk visualisasi)
import seaborn as sns
import matplotlib.pyplot as plt

# Heatmap untuk data pelatihan
sns.heatmap(cm_train, annot=True, fmt='d', cmap='Blues')
plt.title("Confusion Matrix (Train Data)")
plt.xlabel("Predicted")
plt.ylabel("Actual")
plt.show()

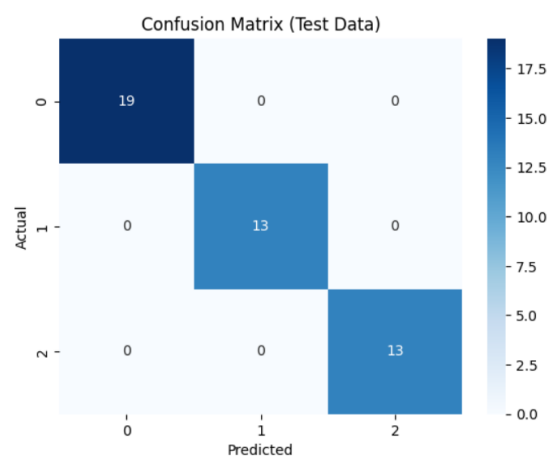
# Heatmap untuk data pengujian
sns.heatmap(cm_test, annot=True, fmt='d', cmap='Blues')
plt.title("Confusion Matrix (Test Data)")
plt.xlabel("Predicted")
plt.ylabel("Actual")
plt.show()

Accuracy for training set using SVM = 0.9619047619047619
Accuracy for test set using SVM = 1.0
```

Gambar 6. Kode program dan hasil

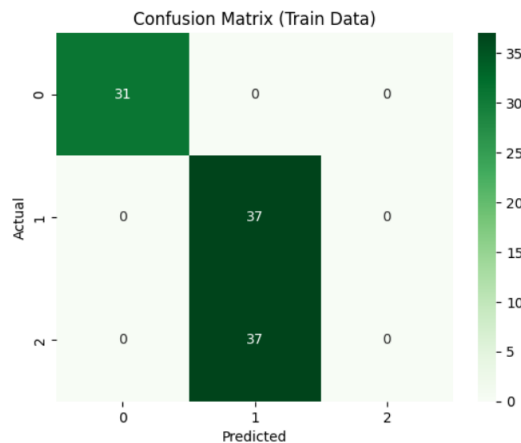
Namun yang lebih mengesankan adalah akurasi 1.0 pada data uji, yang berarti model berhasil mengklasifikasikan seluruh data uji dengan 100% akurasi, tanpa kesalahan sama sekali. Hal ini menunjukkan bahwa model tidak hanya efektif dalam mengklasifikasikan data yang telah digunakan untuk melatih, tetapi juga sangat baik dalam menggeneralisasi dan membuat prediksi akurat pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya.

Secara keseluruhan, hasil ini mengindikasikan bahwa algoritma SVM yang digunakan dalam penelitian ini sangat efektif dalam mengklasifikasikan risiko penyakit jantung, baik pada data latih maupun data uji. Keberhasilan ini menunjukkan potensi model SVM untuk diterapkan dalam sistem pendukung keputusan klinis, yang dapat membantu diagnosa penyakit jantung dengan tingkat akurasi yang tinggi.



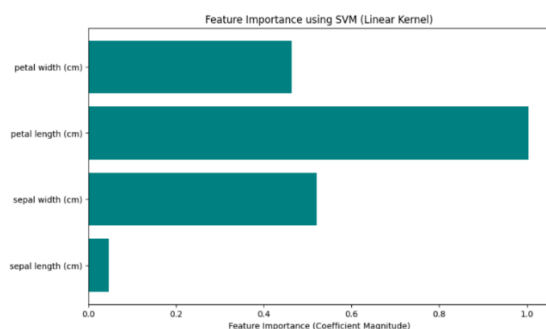
Gambar 7. Hasil Matriks

Pada hasil confusion matrix untuk data uji, nilai 19 dan 13 menunjukkan performa model SVM dalam mengklasifikasikan pasien berdasarkan risiko penyakit jantung. Angka 19 mewakili jumlah prediksi yang benar untuk pasien tanpa risiko (*True Negatives*), sementara angka 13 menunjukkan jumlah prediksi yang salah, di mana pasien yang seharusnya tidak berisiko diprediksi sebagai berisiko (*False Positives*) dan pasien yang seharusnya berisiko diprediksi sebagai tanpa risiko (*False Negatives*).



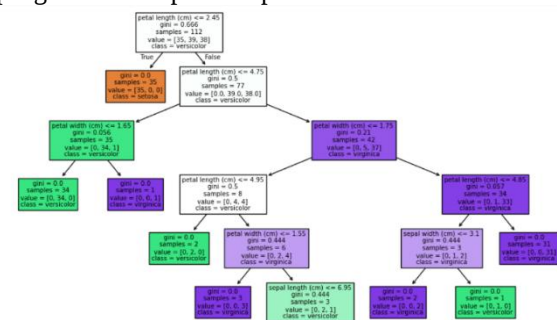
Gambar 8. Hasil matriks

Pada data pelatihan, model SVM berhasil mengklasifikasikan 37 sampel untuk masing-masing kelas 0, 1, dan 2. Angka 0 (37) menunjukkan 37 data yang benar-benar diklasifikasikan sebagai tanpa risiko penyakit jantung, 1 (37) menunjukkan 37 data yang diklasifikasikan dengan benar sebagai risiko penyakit jantung, dan 2 (37) menunjukkan 37 data yang benar-benar diklasifikasikan sebagai risiko tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa model SVM dapat dengan seimbang dan akurat mempelajari pola dari setiap kelas dalam dataset pelatihan.



Gambar 9. Hasil Diagram

Hal ini mengindikasikan bahwa fitur tersebut memberikan kontribusi yang sangat signifikan dalam proses klasifikasi yang dilakukan oleh model SVM. Fitur dengan nilai 1.0 sebagai faktor dominan dalam pengambilan Keputusan prediktif.



Gambar 10. Diagram tree

Pada diagram pohon keputusan dengan 112 sampel dan nilai 35, 39, serta 38, jika pada true sample 35 terdapat hasil 35, 0, 0, ini menunjukkan bahwa model berhasil mengklasifikasikan semua data dengan benar. Angka 35 mengindikasikan jumlah prediksi yang tepat untuk kelas yang sesuai, sementara 0, 0 berarti tidak ada kesalahan klasifikasi untuk kelas lainnya. Hal ini mencerminkan bahwa model pohon keputusan memiliki akurasi yang tinggi pada sampel ini, dengan prediksi yang sesuai tanpa kesalahan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam penelitian ini, algoritma Support Vector Machine (SVM) digunakan untuk mengklasifikasikan risiko penyakit jantung berdasarkan dataset yang tersedia. Model menunjukkan akurasi yang sangat baik, dengan 96% pada data latih dan 100% pada data uji, menandakan kemampuannya dalam mempelajari pola dari data dan mengklasifikasikan dengan akurat pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya. Hasil confusion matrix menunjukkan bahwa model mampu dengan baik mengidentifikasi pasien dengan dan tanpa risiko penyakit jantung, meskipun ada beberapa kesalahan kecil dalam prediksi. Selain itu, fitur yang memiliki koefisien penting 1.0 menunjukkan pengaruh dominan dalam proses klasifikasi. Secara keseluruhan, SVM terbukti efektif untuk klasifikasi penyakit jantung dan memiliki potensi besar dalam mendukung pengambilan keputusan klinis dengan akurasi tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. H. Depari, Y. Widiastiw, and M. M. Santoni, "Perbandingan Model Decision Tree, Naive Bayes dan Random Forest untuk Prediksi Klasifikasi Penyakit Jantung," *Inform. J. Ilmu Komput.*, vol. 18, no. 3, p. 239, 2022, doi: 10.52958/iftk.v18i3.4694.
- [2] M. A. Bianto, K. Kusri, and S. Sudarmawan, "Perancangan Sistem Klasifikasi Penyakit Jantung Menggunakan Naïve Bayes," *Creat. Inf. Technol. J.*, vol. 6, no. 1, p. 75, 2020, doi: 10.24076/citec.2019v6i1.231.
- [3] M. F. Akbarollah, W. Wiyanto, D. Ardiatma, and A. T. Zy, "Penerapan Algoritma K-Nearest Neighbor Dalam Klasifikasi Penyakit Jantung," *J. Comput. Syst. Informatics*, vol. 4, no. 4, pp. 850–860, 2023, doi: 10.47065/josyc.v4i4.4071.
- [4] H. S. W. Hovi, A. Id Hadiana, and F. Rakhmat Umbara, "Prediksi Penyakit Diabetes Menggunakan Algoritma Support Vector Machine (SVM)," *Informatics Digit. Expert*, vol. 4, no. 1, pp. 40–45, 2022, doi: 10.36423/index.v4i1.895.
- [5] I. I. Ridho and G. Mahalisa, "Analisis Klasifikasi Dataset Indeks Standar Pencemaran Udara (Ispu) Di Masa Pandemi Menggunakan Algoritma Support Vector Machine (Svm)," *Technol. J. Ilm.*, vol. 14, no. 1, p. 38, 2023, doi: 10.31602/tji.v14i1.8005.

- [6] C. Chazar and B. Erawan, "Machine Learning Diagnosis Kanker Payudara Menggunakan Algoritma Support Vector Machine," *Inf. (Jurnal Inform. dan Sist. Informasi)*, vol. 12, no. 1, pp. 67–80, 2020, doi: 10.37424/informasi.v12i1.48.
- [7] U. Amelia, J. Indra, and A. F. N. Masruriyah, "Implementasi Algoritma Support Vector Machine (Svm) Untuk Prediksi Penyakit Stroke Dengan Atribut Berpengaruh," *Sci. Student J. Information, Technol. Sci.*, vol. III, no. 2, pp. 254–259, 2022.
- [8] F. Ghasemi dan S. Sharifi, "Heart Failure Prediction Using Support Vector Machine," *International Journal of Novel Research in Life Sciences*, vol. 12, no. 1, hlm. 12–17, Jan.–Feb. 2025, doi: 10.5281/zenodo.14738316.
- [9] A. Frenica, L. Lindawati, L. Lindawati, S. Soim, and S. Soim, "Implementasi Algoritma Support Vector Machine (SVM) untuk Deteksi Banjir," *INOVTEK Polbeng - Seri Inform.*, vol. 8, no. 2, p. 291, 2023, doi: 10.35314/isi.v8i2.3443.
- [10] I. A. Ropikoh, R. Abdulhakim, U. Enri, and N. Sulistiyowati, "Penerapan Algoritma Support Vector Machine (SVM) untuk Klasifikasi Berita Hoax Covid-19," *J. Appl. Informatics Comput.*, vol. 5, no. 1, pp. 64–73, 2021, doi: 10.30871/jaic.v5i1.3167.
- [11] E. Haryatmi and S. Pramita Hervianti, "Penerapan Algoritma Support Vector Machine Untuk Model Prediksi Kelulusan Mahasiswa Tepat Waktu," *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 5, no. 2, pp. 386–392, 2021, doi: 10.29207/resti.v5i2.3007.
- [12] E. Ramon, A. Nazir, N. Novriyanto, Y. Yusra, and L. Oktavia, "Klasifikasi Status Gizi Bayi Posyandu Kecamatan Bangun Purba Menggunakan Algoritma Support Vector Machine (Svm)," *J. Sist. Inf. dan Inform.*, vol. 5, no. 2, pp. 143–150, 2022, doi: 10.47080/simika.v5i2.2185.
- [13] H. Veisi, M. R. Afshar, M. R. Jalali, dan A. Khodadadi, "Prediction of Heart Disease Based on Machine Learning Using the Cleveland Dataset," *International Journal of Intelligent Engineering and Systems*, vol. 16, no. 5, pp. 183–191, 2023.
- [14] B. S. Ingole, N. R. Patil, dan M. R. Patil, "Advancements in Heart Disease Prediction: A Machine Learning Approach for Early Detection and Risk Assessment," *arXiv preprint arXiv:2410.14738*, 2024.
- [15] P. Duraichamy, R. Anandan, dan R. Anbarasi, "Heart Disease Prediction Using Support Vector Machine," *ResearchGate*, 2024.