

CLASSIFICATION OF CORONARY HEART DISEASE BASED ON COMMUNITY HEALTH CENTRE MEDICAL RECORD DATA USING SVM ALGORITHM

KLASIFIKASI PENYAKIT JANTUNG KORONER BERDASARKAN DATA REKAM MEDIS PUSKESMAS MENGGUNAKAN ALGORITMA SVM

M Reza Kausar¹, Wahyu Fuadi², Zahratul Fitri³

^{1,2,3}Universitas Malikussaleh

Jl. Kampus Unimal Bukit Indah, Blang Pulo, Kec. Muara Satu, Lhokseumawe, Aceh, 24355

email reza.200170254@mhs.unimal.ac.id¹, Wahyu.Fuadi@unimal.ac.id², Zahratulfitri@unimal.ac.id³

Abstract - Coronary heart disease (CHD) is one of the leading causes of death worldwide and demands a fast and accurate diagnostic system, especially in community health centres (Puskesmas) where medical resources are limited. This study aims to develop a classification system for CHD using the Support Vector Machine (SVM) algorithm based on numerical medical record data. It also addresses the gap in previous studies that rarely applied SVM to tabular data from primary healthcare facilities. The methodology includes variable weighting, min-max normalization, model training with a linear kernel, and performance evaluation using a confusion matrix. The dataset consists of 100 patient records with variables such as age, blood pressure, heart rate, respiratory rate, and chest pain. The results show that the SVM model achieved an accuracy of 95%, a precision of 100%, recall of 88.9%, and an F1-score of 94.1%. The model was further integrated into a web-based application using Flask to support automated early diagnosis. This study demonstrates that SVM is effective in classifying heart disease based on medical records and offers a practical solution to improve healthcare service quality in Puskesmas.

Keywords: Coronary Heart Disease, Support Vector Machine, Classification, Community Health Centre.

Abstrak - Penyakit jantung koroner (PJK) merupakan penyebab utama kematian di dunia dan menuntut sistem diagnosis yang cepat dan akurat, terutama di Puskesmas yang memiliki keterbatasan tenaga medis. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem klasifikasi penyakit jantung koroner menggunakan algoritma *Support Vector Machine* (SVM) berbasis data rekam medis *numerik*. Studi ini juga mengatasi kekurangan dari penelitian sebelumnya yang belum banyak menerapkan SVM pada data tabular dari fasilitas kesehatan dasar. Metode yang digunakan meliputi pembobotan variabel, *normalisasi min-max*, pelatihan model dengan kernel *linear*, dan evaluasi performa menggunakan *Confusion Matrix*. Dataset terdiri dari 100 data pasien dengan variabel seperti umur, tekanan darah, detak jantung, laju pernapasan, dan nyeri dada. Hasil menunjukkan bahwa model SVM mampu menghasilkan akurasi sebesar 95%, *precision* 100%, *recall* 88,9%, dan *f1-score* 94,1%. Model ini kemudian diintegrasikan ke dalam aplikasi berbasis web menggunakan *Flask* untuk mendukung diagnosis awal secara otomatis. Penelitian ini membuktikan bahwa SVM efektif dalam mengklasifikasikan penyakit jantung berdasarkan data rekam medis dan dapat menjadi solusi praktis untuk meningkatkan kualitas layanan kesehatan di Puskesmas.

Kata Kunci: Penyakit Jantung Koroner, Support Vector Machine, Klasifikasi, Puskesmas.

I. PENDAHULUAN

Penyakit jantung koroner (PJK) termasuk dalam kategori penyakit yang paling banyak menyebabkan kematian secara global dan menjadi masalah krusial dalam pelayanan kesehatan, terutama di fasilitas tingkat pertama seperti Puskesmas. PJK disebabkan oleh akumulasi plak pada dinding arteri koroner yang seharusnya mengalirkan oksigen ke otot jantung[1]. Penyakit ini termasuk dalam kategori kardiovaskular dan secara statistik menjadi penyebab utama kematian, khususnya di negara berpenghasilan rendah dan menengah seperti Indonesia[2]. Sebagai fasilitas pelayanan dasar yang beroperasi di tingkat kecamatan, Puskesmas memiliki peran penting dalam deteksi dini dan penanganan penyakit tidak menular seperti PJK. Mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 43 Tahun 2019, Puskesmas memiliki tanggung jawab dalam menyelenggarakan pelayanan kesehatan bagi individu maupun masyarakat dengan fokus utama pada upaya promotif dan preventif guna mewujudkan tingkat kesehatan masyarakat yang optimal[3]. Namun demikian, dalam praktiknya, keterbatasan jumlah tenaga medis, tingginya beban pelayanan, serta pengelolaan data rekam medis yang masih dilakukan secara manual menjadi hambatan dalam proses diagnosis penyakit yang cepat dan akurat. Di Puskesmas Ranto Peureulak, misalnya, belum tersedia sistem klasifikasi otomatis yang dapat mengolah data rekam medis secara efisien untuk mendeteksi penyakit jantung koroner. Hal ini menyebabkan proses identifikasi pasien berisiko dilakukan secara manual, memakan waktu, dan rentan terhadap kesalahan, terutama ketika jumlah pasien meningkat. Kondisi ini menunjukkan perlunya sistem pendukung keputusan berbasis data yang mampu mengotomatisasi klasifikasi penyakit secara lebih akurat dan efisien.

Dalam konteks pelayanan kesehatan di Puskesmas, pemanfaatan teknologi informasi berpotensi besar dalam bidang kesehatan, khususnya untuk mendukung klasifikasi data medis. Klasifikasi merupakan teknik dalam data mining yang dimanfaatkan untuk mengelompokkan data sesuai dengan pola yang dikenali, sehingga dapat mendukung proses pengambilan keputusan secara lebih efisien dan akurat[4]. Dalam konteks pelayanan kesehatan di Puskesmas, pemanfaatan teknologi informasi berpotensi besar dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas pelayanan, khususnya dalam pengelolaan data rekam medis pasien[5]. Salah satu algoritma yang terbukti efektif dalam proses klasifikasi data adalah *Support Vector Machine* (SVM) [6]. SVM adalah salah satu model pembelajaran terawasi (*supervised learning*) yang pada awalnya dikembangkan untuk menangani klasifikasi dua kelas, serta dikenal memiliki kemampuan generalisasi yang sangat baik dalam menyelesaikan permasalahan klasifikasi *biner*[7]. SVM adalah algoritma klasifikasi yang beroperasi dengan menentukan hyperplane optimal guna memisahkan data ke dalam dua kelas. Jika data tidak dapat dipisahkan secara linier, SVM akan menerapkan fungsi kernel untuk mentransformasikan data ke dalam ruang berdimensi lebih tinggi, sehingga pemisahan antar kelas menjadi lebih efektif [8],[9].

Berbagai studi sebelumnya telah menunjukkan efektivitas SVM dalam klasifikasi penyakit. Penelitian oleh[10] mengenai klasifikasi penyakit malaria menunjukkan bahwa SVM mampu mencapai akurasi sebesar 92,3% setelah dilakukan normalisasi dan teknik *cross-validation*. Penelitian lain oleh[11] juga menunjukkan bahwa SVM memiliki potensi tinggi sebagai alat deteksi dini penyakit diabetes dengan akurasi dan spesifisitas yang cukup tinggi. Namun, kedua studi tersebut berfokus pada jenis penyakit dan konteks sistem yang berbeda. Belum banyak penelitian yang secara langsung menerapkan algoritma SVM dalam pengelolaan data rekam medis di lingkungan Puskesmas, khususnya untuk penyakit jantung koroner, yang memiliki kompleksitas gejala dan karakteristik tersendiri. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem klasifikasi penyakit jantung koroner menggunakan algoritma SVM berbasis data rekam medis pasien di Puskesmas Ranto Peureulak. Sistem ini diharapkan mampu memberikan hasil klasifikasi yang cepat dan akurat, serta mendukung pengambilan keputusan medis yang lebih efisien. Dengan menerapkan pendekatan berbasis pembelajaran mesin, Penelitian ini diharapkan mampu memberikan sumbangsih yang konkret dalam upaya peningkatan kualitas pelayanan kesehatan di tingkat layanan primer.

II. SIGNIFIKASI STUDI

1. Penelitian Terdahulu

Penelitian ini dilakukan untuk menjawab keterbatasan dari studi-studi sebelumnya yang telah mengkaji pemanfaatan algoritma klasifikasi dalam pengelolaan data rekam medis untuk diagnosis penyakit. Sebagai contoh, penelitian oleh[10] menunjukkan bahwa metode SVM dapat mengklasifikasikan penyakit malaria dengan akurasi tinggi, namun implementasinya masih terbatas pada jenis penyakit tertentu dan tidak secara langsung dikaitkan dengan sistem pelayanan primer seperti Puskesmas. Sementara itu, penelitian oleh[11] memanfaatkan algoritma SVM untuk deteksi penyakit diabetes, namun fokusnya lebih pada evaluasi model statistik dan belum mengintegrasikan aspek pengelolaan data medis di tingkat layanan dasar secara nyata.

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, studi ini menghadirkan inovasi dengan menerapkan metode klasifikasi SVM secara langsung terhadap data rekam medis pasien dari Puskesmas Ranto Peureulak. Penerapan ini dimaksudkan untuk mengembangkan sebuah sistem yang mampu memprediksi penyakit jantung koroner berbasis pembelajaran mesin yang mampu memberikan hasil klasifikasi secara cepat dan akurat dalam kondisi terbatas. Dengan pendekatan supervised learning dan pemanfaatan variabel-variabel medis seperti tekanan darah, detak jantung, laju pernapasan, umur, dan jenis kelamin, penelitian ini menargetkan dua kontribusi utama, yaitu secara teoretis dan praktis

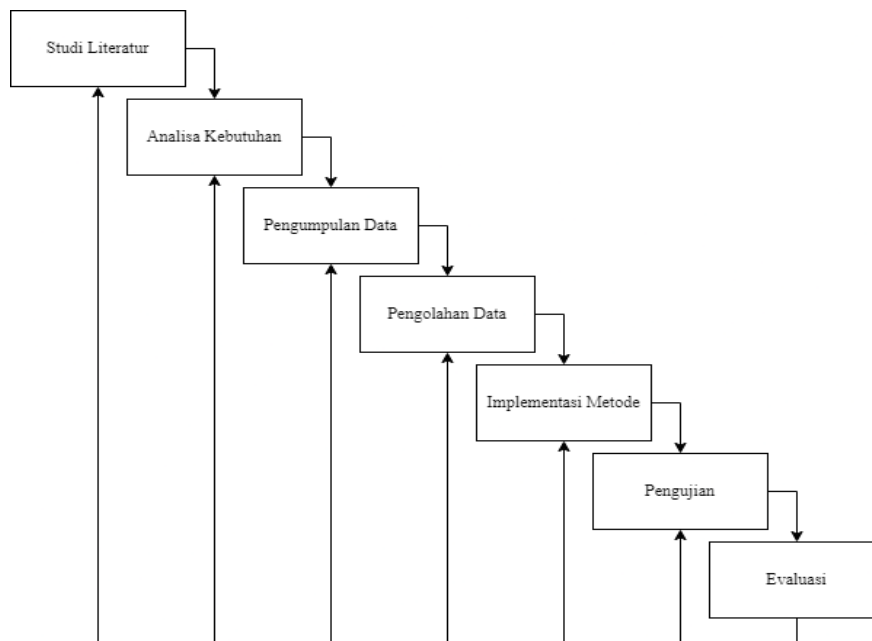
Secara teoretis, penelitian ini memperkaya literatur dalam bidang *data mining* dan *machine learning*, terutama dalam konteks implementasi algoritma SVM pada data numerik medis di tingkat layanan primer. Studi ini menunjukkan bahwa metode klasifikasi berbasis machine learning tidak hanya dapat diterapkan pada data citra atau data dari rumah sakit besar, tetapi juga pada data rekam medis sederhana di Puskesmas. Temuan ini memperluas ruang lingkup penerapan model pembelajaran mesin dalam domain kesehatan, terutama untuk mendukung sistem deteksi dini berbasis data pada fasilitas kesehatan dasar. Selain itu, struktur pembobotan dan normalisasi yang diterapkan dalam studi ini dapat menjadi model awal untuk pendekatan serupa pada penyakit lain di wilayah dengan keterbatasan infrastruktur digital.

Dari sisi praktis, sistem klasifikasi yang dikembangkan memberikan manfaat langsung bagi tenaga medis di Puskesmas. Sistem ini dapat membantu proses diagnosis awal secara otomatis, sehingga mempercepat pengambilan keputusan medis dan mengurangi beban kerja tenaga kesehatan. Hal ini sangat penting terutama saat menghadapi jumlah pasien yang tinggi atau keterbatasan tenaga dokter umum. Model ini juga telah diintegrasikan ke dalam aplikasi berbasis web menggunakan *Flask*, yang memungkinkan sistem dijalankan secara fleksibel tanpa memerlukan perangkat keras canggih. Lebih lanjut, hasil penelitian ini memiliki implikasi strategis bagi Dinas Kesehatan, khususnya dalam upaya peningkatan mutu pelayanan kesehatan berbasis data. Sistem yang dikembangkan dapat diintegrasikan dengan sistem informasi kesehatan yang sudah ada, seperti *SIMPUS* guna mendukung sistem pendukung keputusan yang adaptif dan berbasis kecerdasan buatan.

2. Tahapan Penelitian

Penelitian ini memiliki nilai penting baik secara teoritis maupun praktis dalam mendukung peningkatan kualitas pelayanan kesehatan di tingkat Puskesmas, khususnya dalam proses identifikasi penyakit jantung koroner. Secara teoritis, studi ini memperkaya literatur dalam bidang data mining dan kecerdasan buatan, terutama pada pemanfaatan algoritma *Support Vector Machine* (SVM) dalam klasifikasi data medis. Selain itu, penelitian ini dapat menjadi referensi awal untuk pengembangan sistem pendukung keputusan berbasis machine learning dalam layanan kesehatan primer di berbagai daerah.

Secara praktis, sistem klasifikasi yang dikembangkan memberikan manfaat langsung bagi tenaga medis dalam mempermudah proses diagnosis awal penyakit jantung berdasarkan data rekam medis pasien. Bagi institusi Puskesmas, sistem ini berfungsi sebagai alat bantu yang mempercepat proses klasifikasi penyakit, terutama ketika menghadapi jumlah pasien yang tinggi dan keterbatasan sumber daya manusia. Selain itu, penelitian ini menunjukkan potensi integrasi teknologi pembelajaran mesin dalam menciptakan solusi digital yang efisien dan akurat dalam pengelolaan data kesehatan masyarakat. Oleh karena itu, studi ini diharapkan mampu berperan sebagai langkah awal dalam membangun sistem pelayanan kesehatan yang berbasis data, adaptif, dan modern sesuai dengan perkembangan teknologi informasi. Ilustrasi rancangan penelitian yang digunakan dalam studi ini disajikan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan rekayasa perangkat lunak dengan metode *Waterfall*, yang mencakup tahapan studi literatur, analisis kebutuhan, pengumpulan dan pengolahan data, perancangan sistem klasifikasi, implementasi model SVM, serta evaluasi dan pengujian sistem. Data diperoleh dari rekam medis pasien di Puskesmas Ranto Peureulak dan diproses melalui tahapan *preprocessing* seperti pembobotan, normalisasi, dan seleksi fitur. Penulis membangun model SVM menggunakan bahasa pemrograman *Python* dan pustaka *scikit-learn*, dengan kernel linear sebagai dasar pemisah kelas. Aplikasi klasifikasi juga dikembangkan dalam antarmuka web menggunakan *framework Flask*. Pengujian sistem dilakukan dengan metode *confusion matrix* untuk mengukur akurasi, presisi, recall, dan F1-score dari hasil klasifikasi, guna memastikan keandalan sistem dalam mendeteksi kondisi penyakit jantung koroner secara otomatis.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini membahas proses penelitian yang dilakukan mulai dari tahap perancangan hingga pengujian sistem klasifikasi penyakit jantung koroner berbasis algoritma SVM menggunakan data rekam medis dari Puskesmas Ranto Peureulak. Implementasi sistem ini disusun berdasarkan hasil analisis kebutuhan serta permasalahan yang ditemukan di lapangan, khususnya terkait keterbatasan tenaga medis dalam mengidentifikasi penyakit secara cepat dan akurat. Sistem ini dikembangkan dengan pendekatan terstruktur, mulai dari pengumpulan data medis, tahapan *preprocessing* (pembobotan dan normalisasi), perancangan model klasifikasi, hingga pengujian teknis terhadap kinerja algoritma SVM dalam memprediksi kondisi pasien.

A. Dataset

Penelitian ini menggunakan 100 data rekam medis pasien dari Puskesmas Ranto Peureulak. Data yang dikumpulkan mencakup variabel demografis dan fisiologis: jenis kelamin, umur, tekanan darah, detak jantung, laju pernapasan, dan nyeri dada. Target klasifikasinya adalah apakah pasien terindikasi penyakit jantung (1) atau tidak terindikasi penyakit jantung (0). Dataset ini dianalisis untuk mengidentifikasi pola-pola kesehatan yang berkaitan dengan risiko penyakit jantung koroner.

B. Pembobotan dan Normalisasi

Sebelum dilakukan proses klasifikasi menggunakan algoritma SVM, data rekam medis pasien terlebih dahulu melalui tahap pembobotan dan normalisasi. Penulis melakukan pembobotan dengan mengelompokkan nilai-nilai pada setiap variabel numerik ke dalam interval tertentu dan memberikan bobot sesuai dengan tingkat risiko atau kecenderungan terhadap penyakit jantung koroner. Setelah proses pembobotan dilakukan, setiap variabel kemudian dinormalisasi menggunakan metode *min-max normalization* untuk menyamakan skala antar fitur, sehingga tidak ada satu variabel pun yang mendominasi proses perhitungan model.

Dataset yang digunakan ini memiliki beberapa kriteria dan sub kriteria. Dengan tujuan untuk memudahkan peneliti dalam perhitungannya, maka tiap sub kriteria ini dilakukan pembobotan. Hasil dari proses pembobotan dapat dilihat secara lengkap pada tabel 1. Tabel tersebut menyajikan nilai asli dari setiap variabel, bobot yang diberikan.

Tabel 1. Pembobotan Kriteria

Kriteria	Sub Kriteria	Bobot
Umur	< 30 tahun	1
	30–45 tahun	2
	46–60 tahun	3
	> 60 tahun	4
Tekanan Darah	Normal (<120/<80)	1
	Pra-hipertensi (120–139 / 80–89)	2
	Hipertensi Stage 1 (140–159 / 90–99)	3
	Hipertensi Stage 2 (≥ 160 / ≥ 100)	4
Detak Jantung	12–20	1
	21–24	2
	≥ 25	3
	< 12	4
Laju Pernafasan	60–80 bpm	1
	81–100 bpm	2
	> 100 bpm	3
	< 60 bpm	4
Nyeri Dada	Ya	2
	Tidak	1

Setelah semua data diberi bobot, selanjutnya peneliti menormalisasikan semua data menggunakan *min-max normalization* sesuai dengan persamaan di bawah ini [12] :

$$X^I = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (1)$$

Tabel 2 berikut memperlihatkan hasil dari penerapan metode normalisasi min-max :

Tabel 2. Hasil Min-Max Normalization

No.	Umur	Tekanan Darah	Detak Jantung	Laju Pernafasan	Nyeri Dada
1	0.333333	0.333333	0.333333	0.5	1
2	0.666667	0.333333	0	0.5	0
3	0.666667	0	0.333333	0.5	0
4	0.666667	0.666667	0.333333	1	1
5	0.666667	1	1	1	1
...					
96	0.666667	0.666667	0	1	1
97	0.333333	0.666667	0	1	1
98	0	0	0.333333	0.5	0
99	0.333333	1	0.333333	1	1
100	0.666667	1	0	1	1

C. Penerapan Algoritma SVM

Peneliti membangun model menggunakan kernel linear dengan bobot awal nol dan pembaruan bobot menggunakan learning rate sebesar 0.01. Data latih yang telah dinormalisasi dimasukkan ke dalam proses pelatihan SVM untuk memisahkan dua kelas (terindikasi dan tidak terindikasi penyakit jantung koroner). Sebanyak 80% dari keseluruhan data dimanfaatkan sebagai data latih, sedangkan 20% sisanya digunakan untuk pengujian model. Proses implementasi dilakukan dengan memanfaatkan bahasa pemrograman *Python* dan pustaka *scikit-learn*. Model ini bertujuan untuk membangun *hyperplane* optimal yang dapat memisahkan dua kelas target. Hasil klasifikasi kemudian penulis memvisualisasikan hasil dengan *confusion matrix* dan metrik performansi. Evaluasi dilakukan berdasarkan hasil klasifikasi terhadap data uji, dan hasil lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

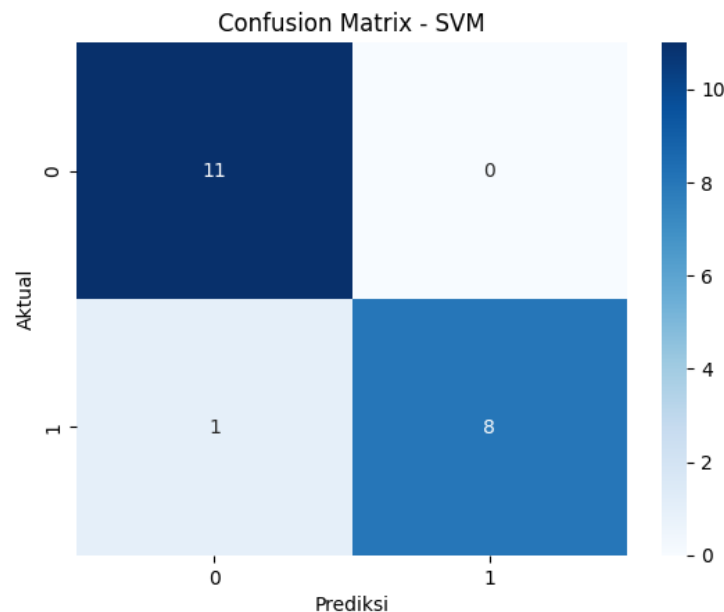
Tabel 3. Evaluasi Hasil Klasifikasi

Kategori	Nilai
True Positive (TP)	8
True Negative (TN)	11
False Positive (FP)	0
False Negative (FN)	1

Hasil klasifikasi model *Support Vector Machine* (SVM) terhadap data uji divisualisasikan memanfaatkan *confusion matrix* sebagai alat evaluasi kinerja prediksi model secara menyeluruh. *Confusion matrix* ini merepresentasikan jumlah prediksi model pada masing-masing kelas, baik yang benar maupun yang salah, dengan membandingkan nilai prediksi dengan nilai aktual dari data uji. Berdasarkan *confusion matrix* yang dihasilkan, diketahui bahwa terdapat 11 data yang berhasil diklasifikasikan dengan benar ke dalam kelas “tidak terindikasi penyakit jantung”, yang termasuk dalam kategori *True Negative* (TN). Selain itu, terdapat 8 data yang diklasifikasikan dengan benar sebagai “terindikasi penyakit jantung”, yang termasuk dalam kategori *True Positive* (TP).

Kesalahan klasifikasi yang terjadi sangat minimal, yakni hanya terdapat 1 data yang seharusnya masuk ke dalam kategori “terindikasi penyakit jantung” namun diprediksi oleh model sebagai “tidak terindikasi”, atau dikenal dengan *False Negative* (FN). Pola kesalahan klasifikasi yang terjadi, yaitu *false negative*, memiliki implikasi yang penting dalam konteks medis. Satu pasien yang terindikasi penyakit jantung namun tidak terdeteksi oleh sistem berpotensi tidak mendapatkan penanganan lebih lanjut secara tepat waktu. Dalam sistem diagnosis berbasis *machine learning*, *false negative* dianggap lebih berisiko dibanding *false positive* karena dapat menyebabkan keterlambatan dalam intervensi medis. Oleh karena itu, meskipun nilai *recall* model cukup tinggi, perhatian terhadap kasus *false negative* tetap penting agar sistem klasifikasi ini dapat ditingkatkan pada penerapan selanjutnya, baik melalui penyesuaian parameter model maupun penambahan variasi data

pelatihan. Visualisasi lengkap dari *confusion matrix* dapat dilihat pada Gambar 2, yang menggambarkan distribusi hasil klasifikasi secara lebih jelas.



Gambar 2. *Confusion Matrix*

Untuk menilai kinerja model, digunakan empat indikator utama, yaitu akurasi, *precision*, *recall*, dan *F1-score*. Berikut adalah penjelasan dan perhitungan masing-masing metrik:

1. Akurasi

Akurasi merepresentasikan perbandingan antara jumlah prediksi yang tepat dengan total keseluruhan prediksi yang dihasilkan oleh model.

Rumus akurasi adalah [14] :

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (2)$$

Berdasarkan Perhitungan :

$$Accuracy = \frac{8 + 11}{8 + 11 + 0 + 1} = 95\%$$

Nilai akurasi sebesar 95% menunjukkan bahwa model mampu mengklasifikasikan data secara keseluruhan dengan tingkat kesalahan yang sangat rendah. Ini membuktikan bahwa model SVM memiliki kinerja yang tinggi secara umum..

2. Precision

Precision adalah metrik yang menunjukkan tingkat ketepatan model dalam memprediksi kelas positif, yaitu seberapa banyak dari prediksi “terindikasi” yang benar-benar terindikasi. Adapun Rumus presisi [13] :

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (3)$$

Berdasarkan Perhitungan :

$$Precision = \frac{8}{8 + 0} = 100\%$$

Precision sebesar 100% menunjukkan bahwa seluruh pasien yang diprediksi terindikasi penyakit jantung oleh model memang benar-benar terindikasi. Ini sangat penting dalam konteks medis, karena berarti model tidak memberikan diagnosis salah terhadap pasien sehat (tidak ada *false positive*).

3. Recall

Recall menunjukkan kemampuan model dalam mendeteksi semua kasus aktual yang benar-benar sakit. Adapun Rumus recall [13] :

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (4)$$

Berdasarkan Perhitungan :

$$Recall = \frac{8}{8+1} = \frac{8}{9} = 88,9\%$$

Model menangkap sebagian besar kasus positif dengan *recall* sebesar 88,9%. Namun, masih terdapat satu kasus terindikasi yang tidak terdeteksi oleh model (*false negative*), yang penting untuk diperhatikan dalam sistem diagnosis.

4. F1-score

F1-score adalah metrik gabungan dari presisi dan recall, yang memberikan nilai keseimbangan antara keduanya. *F1-score* dihitung dengan rumus [14]:

$$F1 = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall} \quad (5)$$

Berdasarkan Perhitungan :

$$F1 = 2 \times \frac{1,0 \times 0,889}{1,0 + 0,889} = \frac{1,778}{1,889} = 0,941 \text{ atau } 94,1\%$$

Nilai *F1-score* sebesar 94,1% menunjukkan bahwa model memiliki keseimbangan yang sangat baik antara kemampuan mengidentifikasi pasien yang benar-benar terindikasi dan menghindari kesalahan diagnosis terhadap pasien sehat.

Untuk memperkuat validitas performa model SVM, dilakukan perbandingan kuantitatif dengan dua algoritma klasifikasi lainnya, yaitu *Naïve Bayes*. Tujuan perbandingan ini adalah untuk menguji apakah SVM memang memberikan hasil yang unggul secara statistik dalam konteks data rekam medis di Puskesmas.

Berdasarkan hasil pengujian, model SVM menunjukkan akurasi sebesar 95%, precision 100%, recall 88,89%, dan F1-score sebesar 94,12%. Sementara itu, model *Naïve Bayes* menghasilkan akurasi sebesar 90%, precision 88,89%, recall 88,89%, dan F1-score sebesar 88,89%. Dari perbandingan ini dapat disimpulkan bahwa SVM unggul terutama dalam aspek precision dan f1-score, sementara recall kedua model berada pada tingkat yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun *Naïve Bayes* cukup kompetitif, SVM memberikan hasil klasifikasi yang lebih presisi dan seimbang, menjadikannya pilihan yang lebih unggul untuk kasus diagnosis penyakit jantung koroner yang membutuhkan tingkat ketepatan tinggi.

Hasil ini mengindikasikan bahwa model SVM yang dikembangkan memiliki kemampuan klasifikasi yang akurat dan konsisten dalam mengidentifikasi pasien dengan risiko penyakit jantung koroner. Temuan dari penelitian ini mengindikasikan bahwa tekanan darah tinggi, detak jantung cepat, dan laju pernapasan yang meningkat merupakan faktor-faktor yang cukup dominan pada pasien yang diklasifikasikan sebagai menderita penyakit jantung. Hal ini selaras dengan teori medis yang menyatakan bahwa *hipertensi*, *tachycardia*, dan gangguan pernapasan merupakan indikator penting dalam mendeteksi gangguan *kardiovaskular*.

Model klasifikasi ini selanjutnya diintegrasikan ke dalam aplikasi berbasis web menggunakan framework *Flask*. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk menginput data pasien dan langsung mendapatkan hasil klasifikasi secara otomatis, sehingga sangat membantu dalam proses diagnosis awal, terutama di lingkungan Puskesmas yang memiliki keterbatasan tenaga medis dan waktu pelayanan yang terbatas.

Efektivitas metode *Support Vector Machine* dalam penelitian ini juga terlihat dari kemampuannya mengatasi permasalahan yang diuraikan dalam bab pendahuluan, yakni perlunya sebuah sistem yang mampu mengklasifikasikan penyakit jantung koroner secara cepat dan akurat berdasarkan data rekam medis. Jika dibandingkan dengan hasil dari beberapa penelitian sebelumnya, model klasifikasi yang dibangun dalam studi ini menunjukkan performa yang lebih tinggi. Misalnya, dalam penelitian yang dilakukan oleh [15], algoritma Naïve Bayes digunakan untuk klasifikasi penyakit jantung dan menghasilkan akurasi tertinggi yang dicapai adalah sebesar 83,1%.. Sementara itu, penelitian oleh [16] yang menggunakan algoritma Decision Tree hanya mencapai akurasi 80%. Dibandingkan dengan hasil tersebut, model *Support Vector Machine* (SVM) dalam penelitian ini mampu mencapai akurasi 95% dan *F1-score* sebesar 94,12%, dengan *precision* mencapai 100%.

Perbandingan ini menunjukkan bahwa SVM memberikan kinerja klasifikasi yang lebih unggul, terutama dalam hal presisi dan keseimbangan antara *precision* dan *recall*. Selain itu, penelitian ini juga menghadirkan kebaruan dari segi konteks penerapan, yakni penggunaan data rekam medis dari Puskesmas yang memiliki keterbatasan fasilitas dan sumber daya. Dengan demikian, studi ini tidak hanya menampilkan efektivitas algoritma secara teknis, tetapi juga memperluas cakupan penerapan machine learning dalam sistem layanan kesehatan primer yang sebelumnya lebih jarang dibahas dalam literatur. Hal ini menegaskan kontribusi ilmiah dan praktis dari penelitian yang dilakukan.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa penerapan algoritma SVM efektif dalam klasifikasi penyakit jantung koroner berdasarkan data rekam medis pasien di Puskesmas Ranto Peureulak. Model yang dibangun menunjukkan performa yang sangat baik, dengan akurasi sebesar 95%, *precision* 100%, *recall* 88,9%, dan *f1-score* sebesar 94,1%. Hasil ini memberikan insight bahwa algoritma SVM, bahkan dengan konfigurasi kernel *linear*, mampu menghasilkan prediksi yang presisi dan konsisten. Dalam praktiknya, sistem ini berpotensi besar menjadi alat bantu diagnosis awal di Puskesmas, khususnya pada kondisi dengan keterbatasan tenaga medis dan beban pelayanan tinggi. Meski demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan pada jumlah data yang relatif kecil ($n = 100$), yang dapat memengaruhi generalisasi model ke populasi yang lebih luas. Selain itu, penggunaan kernel *linear* belum tentu dapat menangkap pola-pola kompleks yang bersifat *non-linier* dalam data medis. Oleh karena itu, penulis merekomendasikan pengembangan lanjutan dengan menambah jumlah data hingga minimal 300–500 pasien dari berbagai wilayah, serta mengeksplorasi kernel non-linear seperti *Radial Basis Function* (RBF) atau *polynomial kernel*, untuk meningkatkan kemampuan model dalam menangani variasi data yang lebih kompleks. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menunjukkan efektivitas algoritma SVM dalam klasifikasi penyakit jantung, tetapi juga memberikan kontribusi nyata bagi pengembangan sistem pendukung keputusan berbasis data yang adaptif, presisi, dan layak diterapkan dalam sistem layanan kesehatan primer seperti Puskesmas.

REFERENSI

- [1] D. Saraswati, "Inovasi Pelayanan Kesehatan: Deteksi Dini Penyakit Jantung Koroner melalui Posbindu PTM," *J. Kesehat. dan Kebidanan Nusantara*, vol. 2, no. 1, pp. 10–16, 2024, doi: 10.69688/jkn.v2i1.81.
- [2] L. N. Farida and S. Bahri, "Komputika: Jurnal Sistem Komputer Klasifikasi Gagal Jantung Menggunakan Metode SVM (Support Vector Machine)," *Classif. Hear. Fail. using SVM (Support Vector Mach.) Method*, vol. 13, pp. 0–7, 2025, doi: 10.34010/komputika.v13i2.11330.
- [3] D. Leo, A. Arifin, and S. Aripin, "Pengaruh Kualitas Pelayanan terhadap Kepuasan Lansia di Poli Lansia UPTD Puskesmas Emparu Kabupaten Sintang," *Al-Kharaj J. Ekon. Keuang. Bisnis Syariah*, vol. 6, no. 2, pp. 2508–2517, 2023, doi: 10.47467/alkharaj.v6i2.5345.
- [4] P. Subarkah, "Penerapan Algoritme Klasifikasi Classification And Regression Trees (Cart) Untuk Diagnosis Penyakit Diabetes Retinopathy," *MATRIK J. Manajemen, Tek. Inform. dan Rekayasa Komput.*, vol. 19, no. 2, pp. 294–301, 2020, doi: 10.30812/matrik.v19i2.676.
- [5] I. Romli, "Penerapan Data Mining Menggunakan Algoritma K-Means Untuk Klasifikasi Penyakit Ispa," *Indones. J. Bus. Intell.*, vol. 4, no. 1, p. 10, 2021, doi: 10.21927/ijubi.v4i1.1727.
- [6] D. Septhya *et al.*, "Implementasi Algoritma Decision Tree dan Support Vector Machine untuk Klasifikasi Penyakit Kanker Paru," *MALCOM Indones. J. Mach. Learn. Comput. Sci.*, vol. 3, no. 1, pp. 15–19, 2023, doi: 10.57152/malcom.v3i1.591.
- [7] L. Mohan, J. Pant, P. Suyal, and A. Kumar, "Support Vector Machine Accuracy Improvement with Classification," *2020 12th Int. Conf. Comput. Intell. Commun. Networks*, pp. 447–481, 2020, doi: 10.1109/CICN49253.2020.9242572.
- [8] D. D. Putri, M. T. Furqon, and R. S. Perdana, "Klasifikasi Penyakit Kulit Pada Manusia Menggunakan Metode Binary Decision Tree Support Vector Machine (BDT SVM)," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 5, pp. 1912–1920, 2019.
- [9] Y. Amrozi, D. Yulianti, A. Susilo, N. Novianto, and R. Ramadhan, "Klasifikasi Jenis Buah Pisang Berdasarkan Citra Warna dengan Metode SVM," *J. Sisfokom (Sistem Inf. dan Komputer)*, vol. 11, no. 3, pp. 394–399, 2022, doi: 10.32736/sisfokom.v11i3.1502.
- [10] N. G. Ramadhan and A. Khoirunnisa, "Klasifikasi Data Malaria Menggunakan Metode Support Vector Machine," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 5, no. 4, p. 1580, 2021, doi: 10.30865/mib.v5i4.3347.
- [11] A. W. Mucholladin, F. A. Bachtiar, and M. T. Furqon, "Klasifikasi Penyakit Diabetes menggunakan Metode Support Vector Machine," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 2, pp. 622–633, 2021, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [12] D. A. Nasution, H. H. Khotimah, and N. Chamidah, "Perbandingan Normalisasi Data untuk Klasifikasi Wine Menggunakan Algoritma K-NN," *Comput. Eng. Sci. Syst. J.*, vol. 4, no. 1, p. 78, 2019, doi: 10.24114/cess.v4i1.11458.
- [13] S. Rahayu and Y. Yamasari, "Klasifikasi Penyakit Stroke dengan Metode Support Vector Machine (SVM)," *J. Informatics Comput. Sci.*, vol. 5, no. 03, pp. 440–446, 2024, doi: 10.26740/jinacs.v5n03.p440-446.
- [14] L. N. Farida and S. Bahri, "Komputika : Jurnal Sistem Komputer Klasifikasi Gagal Jantung Menggunakan Metode SVM (Support Vector Machine) Classification of Heart Failure using the SVM (Support Vector Machine) Method," vol. 13, pp. 0–7, 2025, doi: 10.34010/komputika.v13i2.11330.
- [15] D. Larassati, A. Zaidiah, and S. Afrizal, "Sistem Prediksi Penyakit Jantung Koroner Menggunakan Metode Naive Bayes," *JUPI (Jurnal Ilm. Penelit. dan Pembelajaran Inform.)*, vol. 7, no. 2, pp. 533–546, 2022, doi: 10.29100/jupi.v7i2.2842.
- [16] I. S. Karima, "Penerapan Machine Learning untuk memprediksi Resiko Pengidap Penyakit Jantung menggunakan Algoritma decision tree," vol. 14, no. 164, pp. 73–80, 2025.