

Contents list available at www.jurnal.unimed.ac.id

CESS
(Journal of Computing Engineering, System and Science)

journal homepage: <https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/cess>



Implementasi K Nearest Neighbor dalam Mendeteksi Penyakit Jantung dengan Variasi Data Latih

Implementation of K Nearest Neighbor in Detecting Heart Disease with Various Training Data

Rifki Kosasih^{1*}, Iffatul Mardhiyah²

^{1,2} Fakultas Teknologi Industri, Departemen Informatika, Universitas Gunadarma
Jl. Margonda Raya No. 100, Depok, Indonesia

email: ¹rifki_kosasih@staff.gunadarma.ac.id, ²iffatul@staff.gunadarma.ac.id

ABSTRAK

Salah satu organ penting dalam tubuh manusia adalah jantung, Jika jantung mengalami gangguan maka dapat menyebabkan penyakit jantung. Untuk mendeteksi adanya penyakit jantung biasanya dilakukan dengan berkonsultasi dengan tenaga medis. Akan tetapi dengan semakin banyaknya pasien di rumah sakit akan dapat memperlambat pendeteksian penyakit jantung. Oleh karena itu dibutuhkan suatu sistem yang dapat membantu tenaga medis dalam mempercepat pendeteksian penyakit jantung. Dalam penelitian ini diusulkan untuk menggunakan pendekatan *machine learning* seperti metode *K Nearest Neighbor* (KNN) dalam mendeteksi penyakit jantung. Data yang digunakan sebanyak 1025 pasien dengan 13 fitur seperti umur, jenis kelamin, rasa sakit di dada, tekanan darah saat sedang istirahat, kadar kolesterol, gula darah, hasil elektrografik saat sedang istirahat, detak jantung maksimal, jika mengalami nyeri dada saat latihan, depresi yang diinduksi oleh latihan relatif, kemiringan puncak ST segmen, jumlah pembuluh darah yang berwarna setelah diwarnai *flourosopy* dan tipe kerusakan pembuluh darah. Pada penelitian ini dilakukan tiga skema pembagian data latih dan data uji dengan rasio 60:40, 70:30 dan 80:20. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh bahwa tingkat akurasi, presisi dan recall tertinggi terjadi Ketika rasio data latih dan data uji 70:30 yaitu sebesar 97,0779% untuk akurasi, 97,9166% untuk presisi dan 95,9183% untuk *recall*.

Kata Kunci: *Penyakit Jantung, Machine Learning, K Nearest Neighbor, Fitur*

ABSTRACT

One of the important organs in humans is the heart. If the heart is disturbed, it can cause heart disease. To detect the presence of heart disease is usually done in consultation with doctor. However, with the increasing number of patients in the hospital, it will be able to slow down the detection of heart disease. Therefore, we need a system that can assist doctors in

*Penulis Korespondensi:
email: rifki_kosasih@staff.gunadarma.ac.id

accelerating the detection of heart disease. In this study, we propose to use a machine learning approach i.e., K Nearest Neighbor (KNN) method in detecting heart disease. The data used were 1025 patients with 13 features i.e., age, gender, chest pain, blood pressure, cholesterol, blood sugar, electrographic results, maximum heart rate, if you experience chest pain during exercise, depression which exercise-induced relative, peak slope, number of blood vessels after fluoroscopy and type of vessel damage. In this study, we have three schemes in divide training data and test data with ratios of 60:40, 70:30 and 80:20. Based on the test results, it was found that the highest levels of accuracy, precision and recall occurred when the ratio of training data and test data was 70:30, which was 97.0779% for accuracy, 97,9166 for precision and 95,9183% for recall.

Keywords: Heart disease, Machine learning, K Nearest Neighbor, Feature

1. PENDAHULUAN

Jantung merupakan organ penting yang terletak di dalam rongga dada dan memiliki empat ruang yaitu atrium kiri, atrium kanan, ventrikel kiri dan kanan. Jantung berfungsi untuk memompakan darah ke seluruh tubuh [1]. Jika terdapat gangguan pada jantung maka dapat menyebabkan penyakit jantung. Penyakit Jantung terjadi karena adanya gangguan pada jantung yang disebabkan karena penyempitan pada pembuluh darah sehingga otot pada jantung tidak mendapatkan aliran darah secara normal [2], [3]. Jika tidak segera ditangani maka penyakit jantung ini dapat menyebabkan kematian. Kasus penyakit jantung di dunia adalah sekitar 43.32% dengan jumlah kematian sebesar 12.91% sedangkan di Indonesia, penderita penyakit jantung pada tahun 2014 berjumlah 61.682 orang dan akan terus bertambah [4].

Berdasarkan data dari *World Health Organization* (WHO), sekitar 17 juta orang di dunia meninggal akibat penyakit jantung dan pembuluh darah [5]. Berdasarkan data dari Riset Kesehatan Dasar, angka penderita penyakit jantung dan pembuluh darah terus bertambah, saat ini terdapat 4,2 juta orang yang terkena penyakit kardiovaskular dan 2,8 juta orang menderita penyakit jantung [6].

Oleh karena itu perlu adanya kesadaran dari masyarakat untuk memeriksakan kesehatannya ke petugas medis agar mengetahui kesehatan jantung. Untuk membantu petugas medis dalam mempercepat pendeteksian penyakit jantung maka dalam penelitian ini disulkan untuk menggunakan pendekatan *machine learning* seperti metode *K-Nearest Neighbor* (KNN). KNN merupakan salah satu algoritma yang dapat digunakan untuk mengklasifikasikan data berdasarkan K tetangga terdekat.

Beberapa penelitian telah dilakukan dalam pendeteksian penyakit jantung yaitu Febri menggunakan pohon keputusan dalam mendeteksi penyakit jantung. Data yang digunakan sebanyak 294 pasien dengan 13 fitur yaitu umur, jenis kelamin, jenis rasa sakit di dada, tekanan darah dalam keadaan istirahat, kolesterol, gula darah, ECG, rata-rata detak jantung, pengujian yang diinduksi angina, *T or ST oldpeak*, kemiringan *ST*, jumlah pembuluh darah besar, detak jantung. Berdasarkan penelitiannya diperoleh tingkat akurasi sebesar 81,29% [7]. Akan tetapi dalam penelitiannya tidak dilakukan pembagian data menjadi data latih dan data uji.

Jefri mengimplementasikan logistic regresi dalam mendeteksi penyakit jantung dengan menggunakan data sebanyak 303 pasien dan 13 fitur. Data diperoleh dari basis data penyakit jantung Cleveland. Berdasarkan penelitiannya diperoleh tingkat akurasi sebesar 85,25%.

Dalam penelitiannya distribusi data harus diperiksa dan pembagian data dilakukan dengan rasio data latih:data uji adalah 80:20 [8].

Ali adeli membangun sistem pakar dengan menggunakan fuzzy untuk mendeteksi penyakit jantung. Data yang digunakan berasal dari basis data University of California Irvine yang terdiri dari 303 pasien dengan 11 atribut yaitu jenis rasa sakit di dada, tekanan darah, kolesterol, gula darah, detak jantung maksimum, ECG, *old peak*, *scan thallium*, jenis kelamin dan umur. Berdasarkan hasil pengolahan data diperoleh tingkat akurasi sebesar 94%. Akan tetapi proses pembuatan aturan fuzzy sangat kompleks dan banyak yaitu terdapat 44 rule fuzzy [9].

Dany juga membangun sistem pakar dengan menggunakan fuzzy inferensi, Data yang digunakan sebanyak 20 pasien dengan 5 atribut yaitu tekanan darah, gula darah, kolesterol, *body mass* indeks dan riwayat keluarga. Berdasarkan hasil pengolahan data diperoleh tingkat akurasi sebesar 80% [10].

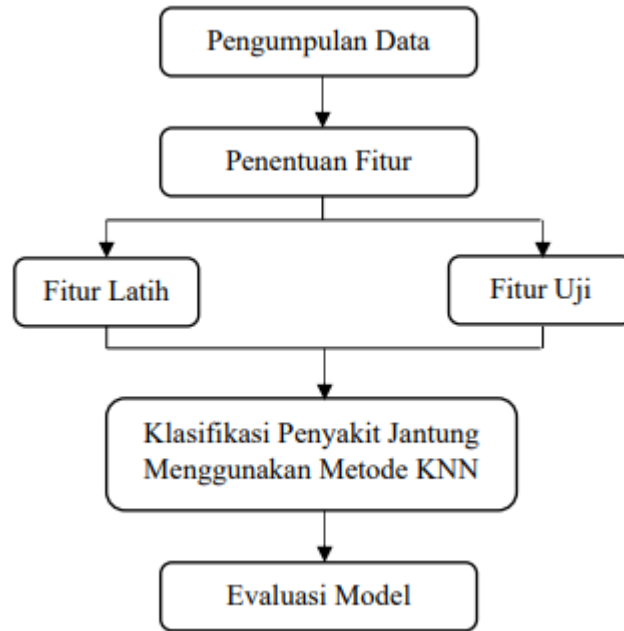
Berdasarkan penelitian sebelumnya seperti [7]–[10], data yang digunakan tidak banyak sehingga dalam penelitian ini digunakan data yang lebih banyak untuk meningkatkan akurasi, selain itu digunakan metode lain seperti *K-nearest neighbor* (KNN) dalam mendeteksi penyakit jantung. KNN merupakan salah satu metode klasifikasi yang dapat digunakan tanpa harus mengetahui distribusi dari data [11], [12].

Untuk mendapatkan performa yang terbaik dari model maka dilakukan perhitungan dengan berbagai variasi jumlah tetangga (K). Dalam penelitian ini, diperhatikan juga pembagian data latih dan data uji dengan menggunakan tiga skema pembagian yaitu rasio 60:40, 70:30 dan 80:20. Untuk evaluasi model selain menghitung akurasi dilakukan juga perhitungan presisi dan recall.

2. METODE

Untuk melakukan pendeteksian penyakit jantung dibutuhkan tahapan – tahapan seperti pada Gambar 1. Berdasarkan Gambar 1, tahapan pertama adalah melakukan pengumpulan data. Dataset yang dikumpulkan berasal dari dari Cleaveland *Heart Disease Database* [13]. Dataset tersebut berjumlah 1025 data yang terdiri dari 13 fitur seperti umur (*age*), jenis kelamin (*sex*), rasa sakit di dada (*chest pain / CP*), tekanan darah saat sedang istirahat (*trestbps*), kadar kolesterol (*chol*), gula darah (*fbs*), hasil elektrografik saat sedang istirahat (*restecg*), detak jantung maksimal (*mhra*), jika mengalami nyeri dada saat latihan (*exang*), depresi yang diinduksi oleh latihan relatif (*oldpeak*), kemiringan puncak ST segmen (*slope*), jumlah pembuluh darah yang berwarna setelah diwarnai flourosopy (*ca*) dan tipe kerusakan pembuluh darah (*thal*). Fitur-fitur tersebut merupakan fitur yang dapat mempengaruhi seseorang menderita penyakit jantung atau tidak.

Setelah menentukan fitur-fitur, selanjutnya dilakukan pembagian fitur secara acak menjadi dua yaitu fitur latih dan fitur uji. Untuk mendapatkan model terbaik, pada penelitian ini, dilakukan tiga skema pembagian data dengan rasio 60:40, 70:30 dan 80:20. Tahapan selanjutnya adalah melakukan klasifikasi dengan menggunakan metode KNN.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

2.1. K Nearest Neighbor

K Nearest Neighbor (KNN) merupakan salah satu algoritma dari machine learning yang digunakan dalam kasus klasifikasi dengan melihat kemiripan dengan objek lain berdasarkan jarak terdekat [14]. Algoritma ini menggunakan jumlah K tetangga terdekat untuk melakukan klasifikasi. Langkah-langkah dalam melakukan klasifikasi dapat dilihat sebagai berikut:

1. Memilih nilai K yang merupakan jumlah tetangga terdekat. Nilai K yang dipilih harus lebih kecil dari jumlah data latih.
2. Menghitung jarak antara data yang ingin diuji terhadap setiap data yang ada pada data latih dengan menggunakan jarak euclied seperti pada persamaan (1)

$$j = \sqrt{d_i^2 - d_j^2} \quad (1)$$

dengan j = jarak antara dua data, d_i adalah data ke- i , dan d_j adalah data ke- j .

3. Lakukan pengurutan hasil perhitungan jarak berdasarkan jarak yang terkecil sampai yang terbesar.
4. Lakukan pemilihan K tetangga terdekat berdasarkan jarak terdekat.
5. Untuk melakukan klasifikasi, carilah modus yang terbanyak dari K target yang dipilih. Jika di dalam K tetangga terdekat nilai target yang terbanyak adalah kelompok A maka data yang ingin diuji akan diklasifikasikan ke dalam kelompok A.

2.2. Evaluasi Model

Untuk mengetahui apakah model klasifikasi KNN memiliki performa yang baik maka dilakukan perhitungan nilai presisi, *recall*, akurasi dengan menggunakan (2), (3) dan (4) [15]–[17].

$$\text{akurasi} = \frac{TP+TN}{TP+FP+TN+FN} \times 100\% \quad (2)$$

$$presisi = \frac{TP}{TP+FP} \times 100\% \quad (3)$$

$$recall = \frac{TP}{TP+FN} \times 100\% \quad (4)$$

Dengan TP (*True Positive*) adalah penyakit jantung terdeteksi di keadaan sebenarnya dan dinyatakan penyakit jantung di sistem, FP (*False Positive*) adalah penyakit jantung tidak terdeteksi dalam keadaan sebenarnya tetapi dinyatakan penyakit jantung pada sistem, FN (*False Negative*) adalah penyakit jantung terdeteksi di keadaan sebenarnya tetapi tidak terdeteksi penyakit jantung pada sistem dan TN (*True Negative*) adalah penyakit jantung tidak terdeteksi dalam keadaan sebenarnya dan tidak terdeteksi juga pada sistem.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini dijelaskan hasil penelitian sekaligus diberikan diskusi yang komprehensif. Hasil dapat disajikan dalam bentuk gambar, grafik, tabel dan lain-lain yang membuat pembaca memahami dengan mudah [14], [15]. Pembahasan dapat dilakukan dalam beberapa sub-bab.

Pada bagian ini akan dibahas tentang hasil pengumpulan data, hasil klasifikasi penyakit jantung dengan menggunakan metode KNN dan hasil evaluasi model. Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Cleaveland Heart Disease Database yang berjumlah 1025 pasien dengan 13 fitur (atribut) yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Dataset Pasien Penyakit Jantung

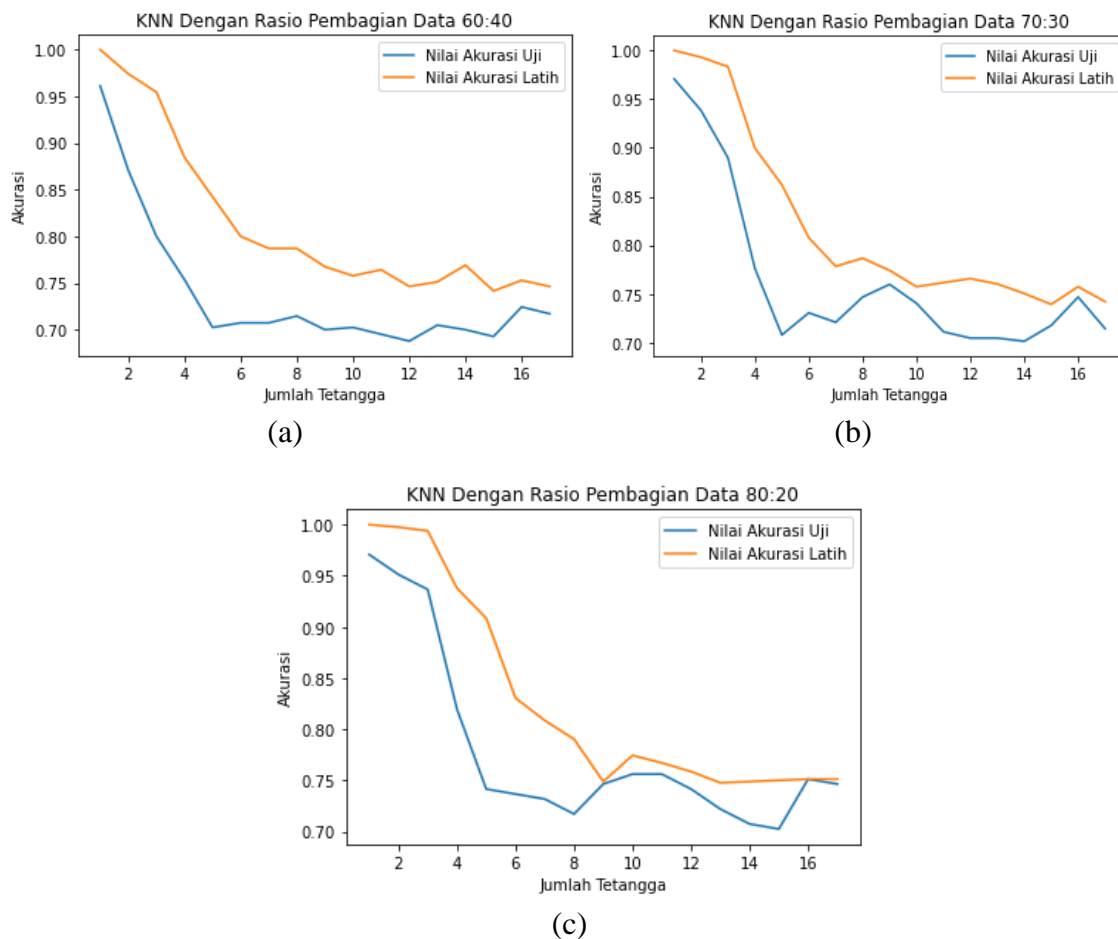
No	age	sex	cp	trestbps	chol	fbs	restecg	mhr	exang	oldpeak	slope	ca	thal	target
1	52	1	0	125	212	0	1	168	0	1.0	2	2	3	0
2	53	1	0	140	203	1	0	155	1	3.1	0	0	3	0
3	70	1	0	145	174	0	1	125	1	2.6	0	0	3	0
4	61	1	0	148	203	0	1	161	0	0.0	2	1	3	0
5	62	0	0	138	294	1	1	106	0	1.9	1	3	2	0
...
1021	59	1	1	140	221	0	1	164	1	0.0	2	0	2	1
1022	60	1	0	125	258	0	0	141	1	2.8	1	1	3	0
1023	47	1	0	110	275	0	0	118	1	1.0	1	1	2	0
1024	50	0	0	110	254	0	0	159	0	0.0	2	0	2	1
1025	54	1	0	120	188	0	1	113	0	1.4	1	1	3	0

Berdasarkan Tabel 1, terdapat 13 fitur. Fitur pertama adalah umur (*age*) pasien penyakit jantung yang memiliki rentang dari 29 tahun sampai 77 tahun dengan rata-rata umur adalah 54,43 tahun. Fitur kedua adalah jenis kelamin (*sex*), dalam penelitian ini terdapat 713 laki-laki (kode = 1) dan 312 perempuan (kode = 0). Fitur ketiga adalah rasa sakit pada dada (*cp*), dalam penelitian ini terdapat empat tipe yaitu (0 = *Typical angina*, 1 = *Atypical angina*, 2 = *non-anginal pain*, 3 = *Asymptomatic*). Fitur keempat adalah tekanan darah (*trestbps*) yang memiliki rentang dari 94 sampai 200 dengan rata-rata tekanan darah adalah 131,6117. Fitur kelima adalah kolesterol (*chol*) yang memiliki rentang dari 126 sampai dengan 564 mg/dl dengan rata-rata adalah 246 mg/dl.

Fitur keenam adalah gula darah (*fbs*) yang memiliki nilai 0 jika *fbs* < 120 mg/dl dan 1 jika

fb_s ≥ 120 mg/dl. Fitur ketujuh adalah hasil elektrokardiografi (restecg) yang memiliki rentang nilai dari 0 sampai dengan 2. Fitur kedelapan adalah detak jantung maksimal (mhra) yang memiliki rentang dari 71 sampai 202. Fitur kesembilan adalah kondisi mengalami nyeri dada saat Latihan (exang) yang memiliki 2 tipe yaitu 0 jika tidak mengalami nyeri dada dan 1 jika mengalami nyeri dada. Fitur kesepuluh adalah depresi yang diinduksi oleh latihan relatif (oldpeak) yang memiliki rentang nilai dari 0 sampai dengan 6,2. Fitur kesebelas adalah kemiringan puncak ST Segmen (slope) yang memiliki 3 tipe yaitu 0 untuk kemiringan yang menanjak, 1 untuk kemiringan yang datar, dan 2 untuk kemiringan yang menurun. Fitur kedua belas adalah jumlah pembuluh darah yang berwarna setelah diwarnai flourosopy (ca) yang memiliki rentang nilai dari 0 sampai dengan 4. Fitur terakhir adalah tipe kerusakan pembuluh darah (thal) yang memiliki rentang nilai dari 0 sampai dengan 3. Target dari penelitian ini ada dua kelas yaitu bernilai 0 jika terdiagnosa tidak mempunyai penyakit jantung dan bernilai 1 jika terdiagnosa mempunyai penyakit jantung.

Setelah fitur-fitur tersebut dikumpulkan, selanjutnya dilakukan pembagian data dengan berbagai variasi data latih. Pada penelitian ini, dilakukan 3 skema pembagian yaitu dengan rasio 60:40, 70:30 dan 80:20. Tahapan berikutnya adalah melakukan klasifikasi dengan menggunakan metode KNN dengan berbagai variasi jumlah tetangga (K). Hasil klasifikasi penyakit jantung dengan berbagai variasi data latih dan variasi jumlah tetangga (K) dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Nilai Akurasi dengan Berbagai Variasi Data Latih dan Variasi Jumlah Tetangga (a). Rasio 60:40, (b). Rasio 70:30 dan (c). Rasio 80:20.

Pada Gambar 2, garis polygon berwarna jingga merupakan nilai akurasi pada data latihan dengan berbagai variasi jumlah tetangga (1-16 tetangga terdekat) sedangkan garis polygon berwarna biru merupakan nilai akurasi pada data uji dengan berbagai variasi jumlah tetangga. Nilai akurasi uji tertinggi terjadi ketika jumlah tetangga terdekat adalah 1 baik untuk rasio data 60:40, 70:30 dan 80:20.

Tahapan selanjutnya adalah melakukan evaluasi model ketika jumlah tetangga terdekat adalah 1 dengan menghitung akurasi, presisi dan recall menggunakan persamaan (2), (3) dan (4). Hasil evaluasi model klasifikasi dengan KNN dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Evaluasi Model KNN

Rasio Pembagian Data	TP	TN	FP	FN	Presisi (%)	Recall (%)	Akurasi (%)
60:40	184	210	3	13	98,3957	93,4010	96,0975
70:30	141	158	3	6	97,9166	95,9183	97,0779
80:20	90	109	6	0	93,75	100	97,0731

Berdasarkan Tabel 2, nilai presisi tertinggi terjadi ketika rasio pembagian data 60:40 yaitu sebesar 98,3957%. Nilai presisi menggambarkan bahwa persentase pasien yang benar mempunyai penyakit jantung dibandingkan dengan keseluruhan pasien yang diprediksi mempunyai penyakit jantung. Pada kolom ketujuh nilai recall tertinggi terjadi ketika rasio pembagian data adalah 80:20 yaitu sebesar 100%. Nilai recall menggambarkan bahwa persentase pasien yang diprediksi mempunyai penyakit jantung dibandingkan dengan keseluruhan pasien yang sebenarnya mempunyai penyakit jantung. Pada kolom terakhir, akurasi tertinggi terjadi ketika rasio pembagian data adalah 70:30 yaitu sebesar 97,0779%. Nilai akurasi menggambarkan persentase pasien yang benar diprediksi memiliki penyakit jantung dan tidak memiliki penyakit jantung dibandingkan dengan keseluruhan pasien.

Untuk mengetahui performa model KNN yang terbaik dapat dilihat dengan menghitung selisih antara *False Positive* (FP) dengan *False Negative* (FN). Jika memiliki selisih *False Positive* (FP) dengan *False Negative* (FN) yang terkecil maka mengindikasikan model memiliki performa yang terbaik.

Berdasarkan hasil tersebut, karena selisih *False Positive* (FP) dan *False Negative* (FN) terkecil terjadi saat rasio 70:30 maka performa model terbaik dapat dipilih berdasarkan nilai akurasi. Oleh karena itu, yang memiliki performa terbaik terjadi saat rasio pembagian data adalah 70:30.

4. KESIMPULAN

Penyakit jantung merupakan penyakit yang harus segera ditangani dan dideteksi dini. Untuk mendeteksi adanya penyakit jantung biasanya pasien harus memeriksakan ke dokter dengan melakukan serangkaian uji lab. Untuk membantu percepatan pendeteksian penyakit jantung, dalam penelitian ini diusulkan untuk menggunakan pendekatan machine learning seperti *K nearest neighbor* (KNN). KNN merupakan salah satu metode machine learning yang dapat digunakan dalam klasifikasi tanpa harus mengetahui distribusi dari data. Data yang digunakan diperoleh dari Cleveland Heart Disease Database yang terdiri dari 1025 pasien dengan 13 atribut (fitur).

Untuk melihat performa model yang terbaik dilakukan variasi pembagian data latihan dengan menggunakan tiga skema yaitu 60:40, 70:30 dan 80:20. Berdasarkan hasil pengujian performa

model terbaik terjadi saat rasio pembagian data adalah 70:30 dengan nilai akurasi sebesar 97,0779%.

Untuk penelitian selanjutnya, atribut (fitur) yang digunakan akan diseleksi terlebih dahulu dengan menggunakan metode reduksi dimensi seperti *Principle Component Analysis* (PCA). Selain itu, dapat juga ditambahkan metode lain seperti metode *naïve bayes*, *support vector machine* dan *random forest* untuk mendeteksi penyakit jantung.

REFERENSI

- [1] T. Aniamarta, A. S. Huda, and F. L. Aqsha, "Review Artikel : Penyebab dan Pengobatan Serangan Jantung," *J. Biol. Samudra*, vol. 4, no. 1, pp. 22–31, 2022.
- [2] S. R. J. I. Alham, E. Yosrita, and R. Cahyaningtyas, "Sistem Diagnosis Penyakit Jantung Koroner Dengan Menggunakan Algoritma C4.5 Berbasis Website (Studi Kasus: RSUD Dr. Soedarso Pontianak)," *J. Pengkaj. dan Penerapan Tek. Inform.*, vol. 14, no. 2, pp. 214–222, 2021.
- [3] L. Ghani, M. Dewi Susilawati, and H. Novriani, "Faktor Risiko Dominan Penyakit Jantung Koroner di Indonesia," *Bul. Penelit. Kesehat.*, vol. 44, no. 3, pp. 153–164, 2016.
- [4] M. A. Bianto, Kusriani, and Sudarmawan, "Perancangan Sistem Klasifikasi Penyakit Jantung Menggunakan Naïve Bayes," *Citec J.*, vol. 6, no. 1, pp. 75–83, 2019.
- [5] World Health Organization (WHO), "Data and Statistics," 2020. [Online]. Available: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/noncommunicable-diseases/cardiovascular-diseases/data-and-statistics>. [Diakses 25 Maret 2023].
- [6] Kementerian Kesehatan RI, "Penyakit Jantung Penyebab Utama Kematian, Kemenkes Perkuat Layanan Primer," 2022. [Online]. Available: <https://www.kemkes.go.id/article/print/22092900001/penyakit-jantung-penyebab-utama-kematian-kemenkes-perkuat-layanan-primer.html> [Diakses 23 Maret 2023].
- [7] F. Maspiyanti and J. Gatc, "Diagnosa Penyakit Jantung pada Ponsel Menggunakan Pohon Keputusan," *J. Teknol. Terpadu*, vol. 1, no. 1, pp. 13–20, 2015.
- [8] J. J. Pangaribuan, H. Tanjaya, and Kenichi, "Mendeteksi Penyakit Jantung Menggunakan Machine Learning dengan Algoritma Logistic Regression," *Inf. Syst. Dev.*, vol. 6, no. 2, pp. 1–10, 2021.
- [9] A. Adeli and M. Neshat, "A Fuzzy Expert System for Heart Disease Diagnosis," in *Proceedings of The International MultiConference of Engineers and Computer Scientists*, 2010, vol. 1.
- [10] D. S. I. Fiano and A. S. Purnomo, "Sistem Pakar Untuk Mendeteksi Tingkat Resiko Penyakit Jantung Dengan Fuzzy Inferensi (Mamdani)," *Informatics J.*, vol. 2, no. 2, pp. 64–78, 2017.
- [11] Murni, R. Kosasih, A. Fahrurozi, T. Handhika, I. Sari, and D. P. Lestari, "Travel Time Estimation for Destination In Bali Using kNN-Regression Method with Tensorflow," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 854, no. 012061, pp. 1–7, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/854/1/012061.
- [12] R. Kosasih, "Classification of Banana Ripe Level Based on Texture Features and KNN Algorithms," *JNTETI*, vol. 10, no. 4, pp. 383–388, 2021.
- [13] H. D. C. UCI, "Heart Disease Cleveland Database," 2020. [Online]. Available: <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/heart+disease>. [Diakses 24 Maret 2023].

- [14] R. Kosasih, "Kombinasi Metode Isomap dan KNN Pada Image Processing Untuk Pengenalan Wajah," *CESS (Journal Comput. Eng. Syst. Sci.)*, vol. 5, no. 2, pp. 166–170, 2020.
- [15] A. Fahrurozi and R. Kosasih, "Texture Features and Statistical Features for Wood Types Classification System," in *5th International Conference of Computer and Informatics Engineering (IC2IE)*, 2022, pp. 186–191.
- [16] D. P. Lestari and R. Kosasih, "Comparison of two deep learning methods for detecting fire hotspots," *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 12, no. 3, pp. 3118–3128, 2022, doi: 10.11591/ijece.v12i3.pp3118-3128.
- [17] D. P. Lestari, R. Kosasih, T. Handhika, Murni, I. Sari, and A. Fahrurozi, "Fire Hotspots Detection System on CCTV Videos Using You only Look Once (YOLO) Method and Tiny YOLO Model for High Buildings Evacuation," in *2nd International Conference of Computer and Informatics Engineering IC2IE*, 2019, pp. 87–92.