



IDENTIFIKASI SUARA JANTUNG NORMAL DAN ABNORMAL MENGUNAKAN METODE K-NEAREST NEIGHBOURS

Silvi Dwiyanti¹

Ahmad Haris Rasidi¹,

Albertini Magdalena Sitorus¹,

David Linda Lidapranata¹

AFILIASI :

¹⁾ Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Jember

ALAMAT:

Universitas Jember, Jalan Kalimantan Tegal Boto, Nomor 37, Jember, Jawa Timur 68121

KORESPONDENSI:

Nama: Albertini Magdalena Sitorus¹

Email: 211810201085@mail.unej.ac.id

Tel : +6281903990808

KATA KUNCI:

Identifikasi jantung normal, suara jantung, KNN .

JEI

<https://journal.unej.ac.id/JEI>

jei@unej.ac.id

FMIPA UNIVERSITAS JEMBER

ABSTRAK

Kesehatan manusia adalah kondisi fisik, mental, dan sosial yang optimal dari seseorang, yang mempengaruhi kualitas hidup dan kesejahteraan. Jantung adalah organ vital yang bertanggung jawab untuk memompa darah ke seluruh tubuh, membawa oksigen dan nutrisi yang dibutuhkan oleh sel-sel. Jantung juga berperan dalam menjaga keseimbangan cairan, tekanan darah, dan suhu tubuh. Penyakit jantung dapat menyebabkan berbagai komplikasi, seperti serangan jantung, gagal jantung, aritmia, stroke, dan kematian mendadak. Penelitian suara detak jantung ini bertujuan untuk mengklasifikasikan detak jantung sehat dan tidak sakit melalui audio digital. Selain itu, penelitian ini juga dapat memberikan pengetahuan mengenai karakteristik jantung yang sehat dan sakit melalui ekstraksi audio digital. Data penunjang yang akan digunakan sebagai dasar penelitian ini adalah suara detak jantung pada saat jantung tersebut dalam keadaan sehat dan sakit. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu ekstraksi audio digital dengan menggunakan beberapa parameter yaitu chroma feature, short-time fourier transform, root mean square (rmse), spectral centroid, spectral bandwidth, spectral rolloff, zero-crossing rate, mel-frequency cepstral coefficients (MFCC). Hasil penelitian adalah nilai k bernilai 1 memiliki tingkat akurasi 80% dan presisi sebesar 87,5%.

PENDAHULUAN

Manusia memiliki aktivitas dan kegiatan yang beragam, mulai dari aktivitas bertani, bekerja di kantor maupun di rumah, pengantar paket, nelayan, dan sebagainya. Dengan kegiatan yang banyak dan berulang setiap harinya, terkadang kesehatan luput dari pikiran masyarakat. Definisi kesehatan menurut UU adalah keadaan sehat, baik secara fisik, mental, spiritual maupun sosial yang memungkinkan setiap orang untuk hidup produktif secara sosial dan ekonomis (Undang-Undang Kesehatan No 36 tahun 2009). Kesehatan dapat dicek dengan mandiri ataupun dengan bantuan tenaga kesehatan. Pengecekan kesehatan secara mandiri akan mendapatkan hasil yang tidak akurat dikarenakan ketidaktahuan masyarakat akan pengetahuan mengenai kesehatan. Pengecekan dengan tenaga kesehatan dapat dikatakan akurat dikarenakan menggunakan alat dan metode yang ilmiah. Pemeriksaan tanda vital merupakan cara untuk mendeteksi adanya perubahan pada sistem yang dialami oleh tubuh (Hidayati dan Lubis, 2022). Tanda vital merupakan cara yang efisien untuk dapat memantau kondisi atau dapat mengetahui masalah yang dialami oleh pasien. Pemeriksaan tanda vital meliputi pemeriksaan suhu tubuh, tekanan darah, pernafasan, dan jantung melalui denyut nadi.

Jantung adalah organ vital yang bertanggung jawab untuk memompa darah ke seluruh tubuh, membawa oksigen dan nutrisi yang dibutuhkan oleh sel-sel. Jantung juga berperan dalam menjaga keseimbangan cairan, tekanan darah, dan suhu tubuh. Darah yang mengandung nutrisi, bahan sisa metabolisme, hormon, zat kekebalan tubuh, ditransportasikan oleh sistem tersebut ke seluruh tubuh (Griadhi, 2016). Tanpa jantung, bahan yang dibutuhkan oleh tubuh tidak dapat ditransportasikan sehingga tubuh mengalami kegagalan fungsi.

Kesehatan jantung sangat dipengaruhi oleh gaya hidup, faktor genetik, dan lingkungan. Beberapa faktor risiko yang dapat menyebabkan penyakit jantung adalah merokok, obesitas, diabetes, hipertensi, kolesterol tinggi, stres, kurang olahraga, dan pola makan yang tidak sehat. Penyakit jantung dapat menyebabkan berbagai komplikasi, seperti serangan jantung, gagal jantung, aritmia, stroke, dan kematian mendadak.

Kesehatan fungsi dapat diamati melalui berbagai metode. Jantung normal dan tidak normal dapat dibedakan dengan beberapa parameter. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCC), spectral bandwidth, spectral rolloff, spectral centroid, zero-crossing rate, dan chroma feature. Metode yang digunakan antara lain metode *K-Nearest Neighbors* (KNN). Metode KNN mendeteksi perbedaan suara jantung dengan mengklasifikasikan jarak kedekatan antara data dan yang diuji dengan melakukan pengelompokkan melalui jarak terdekat. Metode KNN merupakan adaptasi dari metode klasifikasi *Nearest Neighbor* yang berdasar pada gagasan bahwa mayoritas suara dari k tetangga dapat mengklasifikasikan semua data baru, dimana k adalah bilangan ganjil positif dengan jumlah yang kecil (Maulana et al, 2014).

Suara jantung normal mempunyai nilai *mean* lebih kecil dan negatif dibandingkan dengan jantung murmur yang mempunyai *mean* lebih besar. Sebagian besar suara jantung memiliki nilai kurtosis lebih dari 3 kecuali *patent ductus arteriosus continuous machinery murmur* yang bernilai kurang dari 3 (Wijaya et al, 2017). Dey dan kawan-kawan mengamati suara detak jantung menggunakan metode *watermarked*.

Dalam penelitian yang dilakukan Dey (2017), menggunakan analisis spektrogram menggunakan *Stationary Wavelet Transform (SWT)* dan *discrete wavelet transform (DWT)*. Algoritma yang digunakan menghasilkan akurasi 78% dan 82% jika tidak menggunakan *watermarking*. Singh dan kawan - kawan membandingkan suara jantung sehat dan tidak sehat. Parameter amplitudo dan frekuensi dapat dihitung dengan distribusi probabilitas. *Signal processing* digunakan dalam penelitian tersebut. Hasil yang didapat menunjukkan adanya perbedaan untuk mendeteksi kelainan jantung menggunakan *signal processing*.

Berdasarkan penelitian penelitian yang dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya, akan dilanjutkan penelitian terhadap perbedaan suara jantung sehat dan tidak sehat dapat dilihat dari parameter gelombang bunyi yang dihasilkan, diantaranya frekuensi. Frekuensi suara jantung normal memiliki rentang antara 20 Hz sampai 500 Hz dan frekuensi suara jantung abnormal mempunyai rentang hingga 1000 Hz (Hadi *et al*, 2008). Berdasarkan penelitian sebelumnya, stetoskop akan dikembangkan sehingga dapat dengan mudah mendeteksi keadaan jantung manusia dalam keadaan normal dan abnormal secara digital. Keadaan tersebut dapat diketahui dengan perbedaan pola suara jantung secara normal atau tidak dengan menggunakan parameter pola gelombang dari suara jantung dan frekuensinya. Audio dari jantung normal dan tidak tersebut akan diolah dalam bahasa pemrograman Python

METODE

Ekstraksi data yang dilakukan dalam penelitian ini dilakukan sebagai metode proses pengambilan data dari sumber data yang ada. Jenis data yang digunakan adalah data sekunder. Identifikasi yang dilakukan terhadap jantung menggunakan file audio yang terdiri atas suara jantung normal dan abnormal dengan masing masing berjumlah 50 data. Audio tersebut disimpan dengan format berkas audio .wav. Pada penelitian ini menggunakan rentang frekuensi 0-8192 Hz yang akan diuji tiap waktu sesuai dengan durasi per audio yang akan diuji dan akan diukur untuk penguatan frekuensinya. Training data yang digunakan dalam penelitian ini adalah 40 data per kelas. Testing data untuk penelitian ini digunakan 10 audio yang dibagi menjadi 5 audio normal dan 5 untuk audio tidak normal.

Penelitian mengidentifikasi suara jantung tersebut terdapat beberapa fitur audio yang digunakan diantaranya adalah, Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCC), spectral bandwidth, spectral rolloff, spectral centroid, zero-crossing rate, dan chroma feature. Mel frequency cepstral coefficients (MFCC) merupakan representasi dari spektrum yang digunakan untuk mengidentifikasi speech. Skala Mel Frequency biasanya digunakan untuk merepresentasikan sinyal audio yang memberikan model persepsi pada frequency manusia (Steven *et al.*, 1937; McFee *et al.*, 2015).

Chroma atau kelas pitch merupakan representasi sinyal audio yang digunakan untuk merubah ke dalam bentuk harmoni yang bervariasi dalam tinggi oktaf, kenyaringan, atau timbre. Penelitian menggunakan chroma stft karena audio inputan yang menjadi data penelitian akan diubah menggunakan analisis STFT.

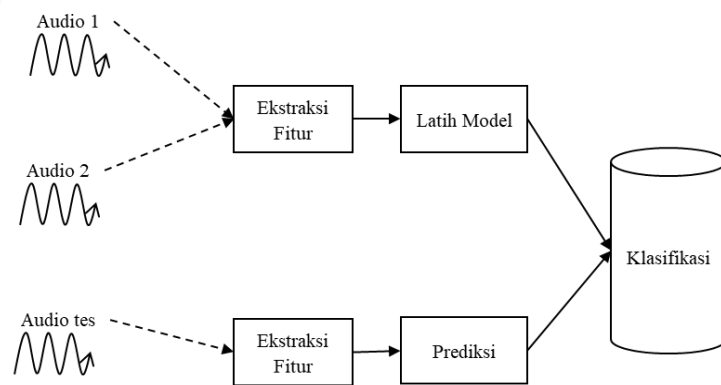


Karakterisasi kecerahan suara merupakan distribusi spectral dari suatu sinyal yang memiliki tingkat tinggi rendahnya frekuensi. Suatu gelombang suara dikatakan memiliki kecerahan yang tinggi ketika memiliki frekuensi tinggi yang dominan dan frekuensi rendah yang kurang dominan. Pendekatan tingkat kecerahan suara dapat diaproksimasi menggunakan fitur suara spectral centroid (SC). SC didefinisikan sebagai pusat dari spektrum. SC ditentukan dari titik spektrum yang memiliki energi terkonsentrasi dan berhubungan dengan frekuensi dominan dari suatu sinyal

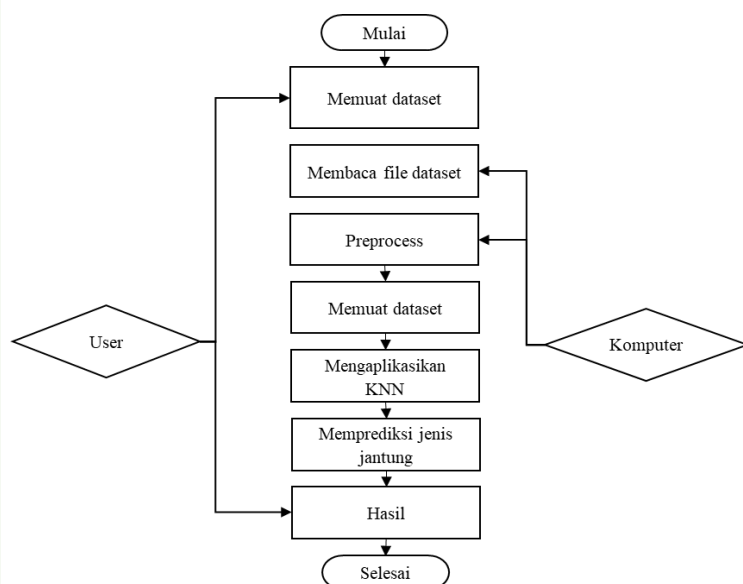
Spectral Rolloff merupakan frekuensi di bawah persentase tertentu (di bawah 90%) yang terdistribusi magnitude spectrum yang terkonsentrasi (Giannakoupollous dan Pikrakis, 2014). Rolloff spektral juga dapat digunakan untuk membedakan antara bersuara dan tidak bersuara terdengar (Hyoung-Gook, 2017). Ini juga dapat digunakan untuk membedakan berbagai jenis trek musik.

Zero Crossing (ZC) merupakan sifat dasar dari suatu sinyal audio yang digunakan pada klasifikasi audio. ZC memberikan estimasi frekuensi dan SC. Zero Crossing Rate (ZCR) merupakan salah satu fitur sederhana yang menjelaskan bilangan ZC yang berada dalam domain waktu satu satuan detik (Zelkowitz). ZCR merupakan ukuran frekuensi dalam satuan sinyal. ZCR merupakan fitur yang digunakan untuk pembeda musik atau ucapan karena sifatnya yang sederhana (Kedem, 1986; Zelkowitz, 2010).

Penelitian ini, tidak terpaku pada jenis ekstraksi audio tertentu. Penelitian ini mencakup dan menganalisis seluruh proses ekstraksi audio yang relevan. Hal tersebut dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan pandangan yang luas mengenai berbagai metode ekstraksi audio yang tersedia, tanpa membatasi pada satu pendekatan khusus.



Gambar 1. Diagram pemrograman



Gambar 2. Diagram alir penelitian

Penelitian ini berupaya memahami secara menyeluruh peran ekstraksi audio dalam konteks penelitian yang sedang dilakukan untuk pemahaman yang lebih mendalam dan menyeluruh terhadap aspek-aspek yang terkait dengan topik penelitian.

Algoritma yang digunakan dalam identifikasi data audio penelitian ini adalah K-nearest neighbors (KNN). Metode ini bekerja dengan mendeteksi data terdekat dengan data yang digunakan untuk testing kemudian akan dikaji pada tetangga (neighbor) yang paling dekat dengan data testing tersebut.

Data testing akan diproyeksikan ke dalam ruang berdimensi tinggi, dengan setiap dimensi mewakili fitur-fitur data. Ruang tersebut dibagi menjadi beberapa bagian, termasuk data training, data testing, dan pengklasifikasian data testing yang digunakan sebagai dasar untuk pembagian. Dalam menghitung K-Nearest Neighbor, terdapat beberapa langkah yaitu menentukan parameter k , yang merupakan jumlah tetangga terdekat yang akan dipertimbangkan. Menghitung jarak Euclidean antara semua data testing dan seluruh data training. Identifikasi ini dilakukan jarak minimum k sebagai dasar, jarak diurutkan dan tetangga terdekat ditentukan. Nilai k pada algoritma KNN mewakili k jumlah tetangga yang sangat penting dalam menentukan kinerja identifikasi. Nilai k membantu sehingga kelas yang sesuai ditemukan. Jumlah kelas dari tetangga terdekat dihitung, dan kelas mayoritas ditentukan sebagai kelas yang akan diberikan kepada data yang sedang dievaluasi.

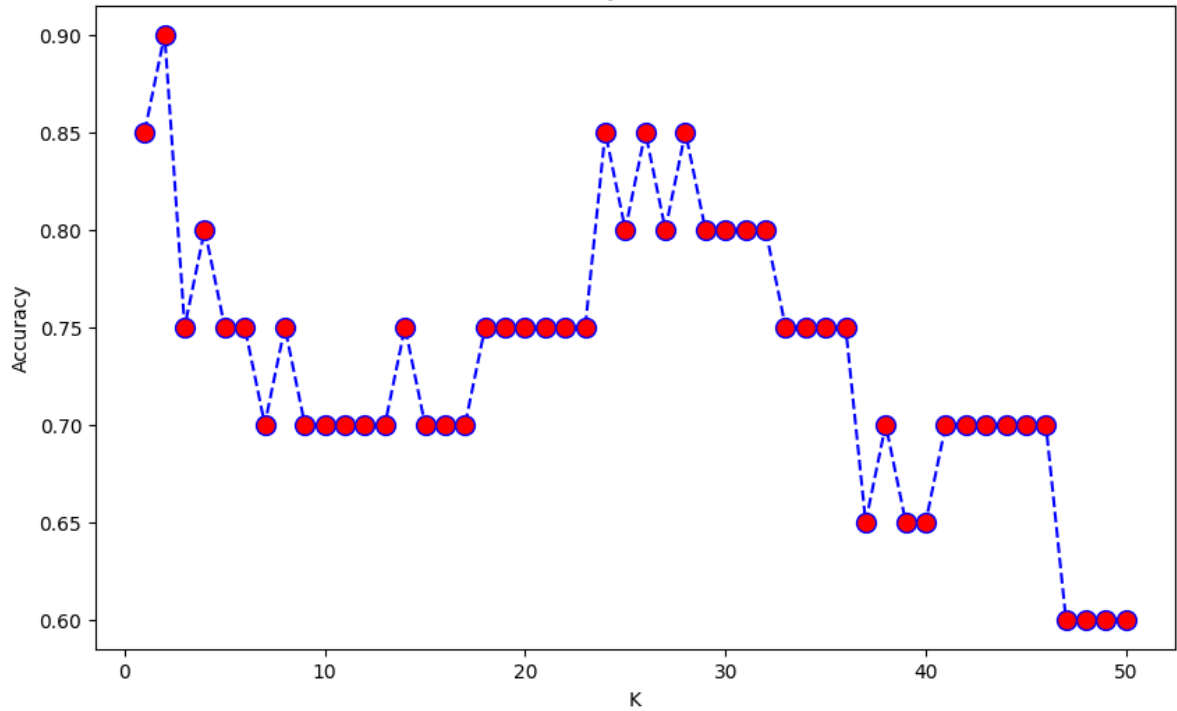
Penelitian ini dimulai dengan menyiapkan file dataset dan laptop. Laptop yang sudah terinstall MATLAB untuk melakukan *running* program beserta syntaknya. Pembacaan dataset dilakukan dengan cara menginputkan file dataset tersebut ke software MATLAB dan disusun syntak yang akan digunakan untuk mengolah dataset. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu KNN, oleh karena itu disiapkan juga syntak untuk metode KNN. Program disusun secara lengkap mulai dari syntak untuk mengolah data audio jantung, file dataset dan syntak metode KNN. Program yang sudah lengkap tersebut di *running* dan ditunggu hasilnya yang akan keluar dalam bentuk Table *Confusion Matriks* untuk nilai $k=1$. Hasil tersebut kemudian di analisis dengan menentukan kondisi jantung dalam keadaan sehat atau tidak sehat.

HASIL DAN DISKUSI

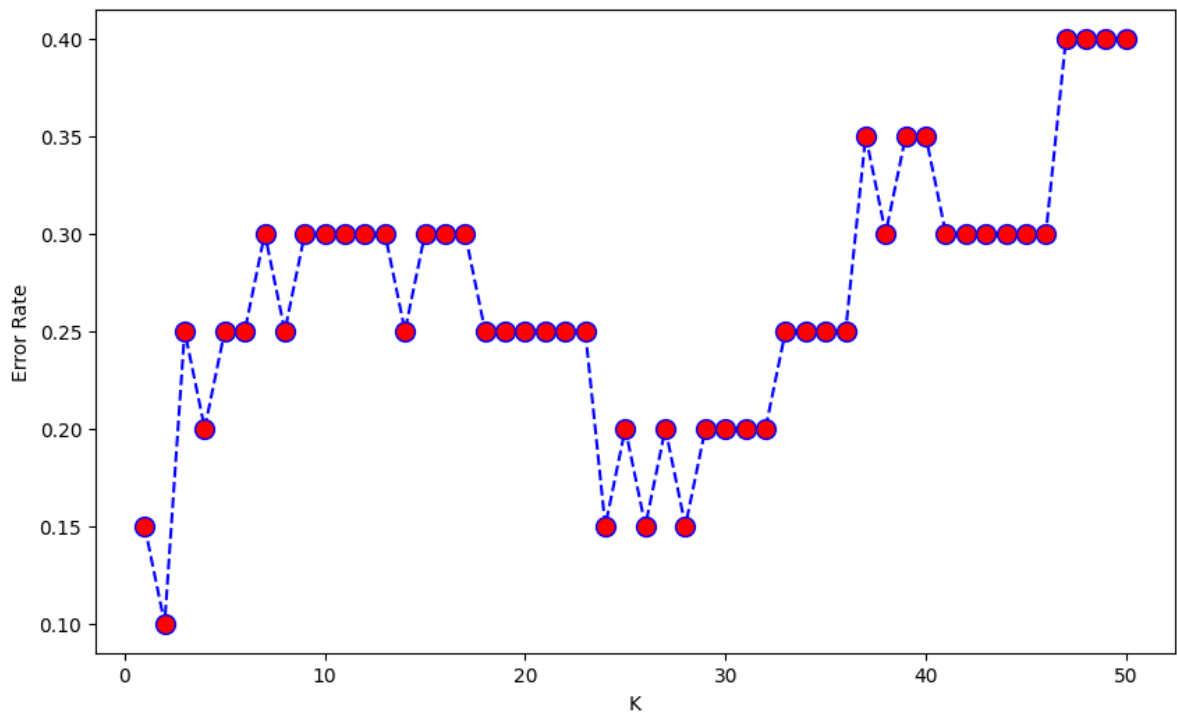
Confusion matrix merupakan sebuah tabel yang digunakan untuk mengukur kinerja dari model klasifikasi di machine learning. Tabel *confusion matrix* atau matriks kebingungan menggambarkan lebih detail tentang jumlah data yang diklasifikasikan dengan benar maupun salah. *Confusion matrix* adalah salah satu tools analitik prediktif yang menampilkan dan membandingkan nilai aktual atau nilai sebenarnya dengan nilai hasil prediksi model yang dapat digunakan untuk menghasilkan matrik evaluasi seperti akurasi, presisi, Recall, dan *F1-Score* atau *F-Measure* (Afifah, 2021).

Empat istilah yang terdapat di *confusion matrix* antara lain *true positive* (TP), *false positive* (FP), *false negative* (FN), dan *true negative* (TN). TP merupakan jumlah data yang bernilai positif dan diprediksi benar sebagai positif. Data di penelitian yang berlabel TP adalah audio abnormal yang terklasifikasi sebagai audio abnormal. FP merupakan jumlah data yang bernilai negatif dan diprediksi benar sebagai positif. Data di penelitian yang berlabel FP adalah audio abnormal yang terklasifikasi sebagai audio normal. FN merupakan jumlah data yang bernilai positif dan diprediksi benar sebagai negatif. Data di penelitian yang berlabel FN adalah audio normal yang terklasifikasi sebagai audio abnormal. TN merupakan jumlah data yang bernilai negatif dan diprediksi benar sebagai negatif. Data di penelitian yang berlabel TN adalah audio normal yang terklasifikasi sebagai audio abnormal.

Penelitian ini akan menggunakan metrik evaluasi untuk mengukur tingkat keberhasilan metode KNN. *Confusion matrix* menyediakan metrik evaluasi berupa akurasi, presisi, *recall*, dan *F1-score*. Akurasi menandakan seberapa akurat model dapat mengklasifikasikan dengan benar..



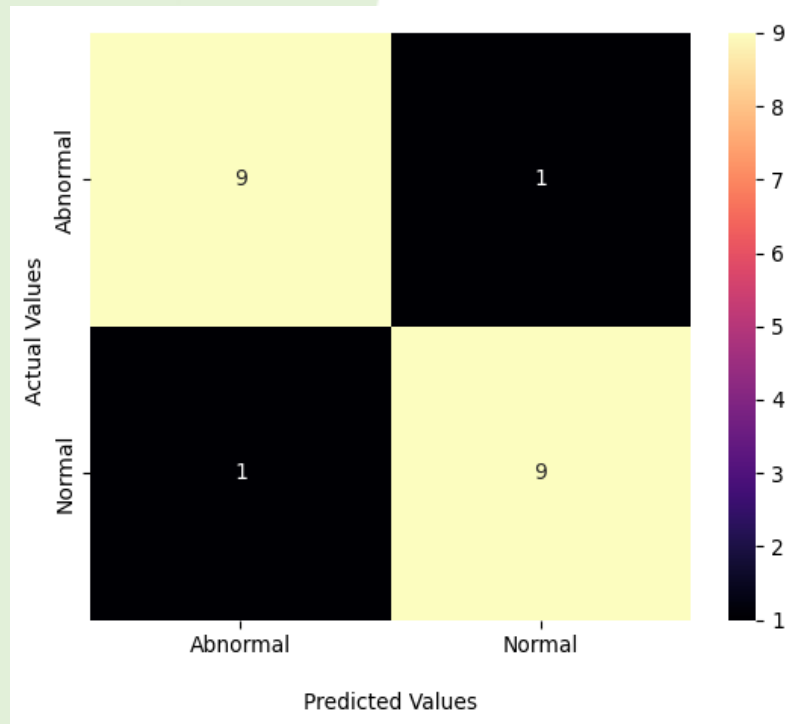
Gambar 1. Persebaran nilai K terhadap akurasi



Gambar 2. Persebaran nilai K terhadap eror

Precision menandakan tingkat keakuratan antara data yang diminta dengan hasil prediksi yang diberikan oleh model. Recall atau sensitiviti menandakan seberapa baik suatu model dalam mengidentifikasi kelas positif dengan benar. F1-score menandakan keseimbangan antara precision dan recall

Penelitian terhadap klasifikasi suara jantung normal dan abnormal menggunakan metode data mining yaitu KNN atau K-Nearest Neighbour. Pengklasifikasian membedakan audio jantung yang normal dan tidak normal. Nilai K dicari



Gambar 5. Tabel confusion matriks untuk nilai $K = 2$

sedemikian rupa sehingga nilai akurasi dari metode KNN dapat mencapai nilai akurasi tertinggi. Persebaran nilai K terhadap akurasi pengklasifikasian tergambar pada gambar 3. Gambar 3 memiliki sumbu akurasi yang mewakili sumbu y dan sumbu nilai k mewakili sumbu x. Persebaran nilai K menghasilkan nilai akurasi yang berbeda-beda dan juga beberapa nilai K menghasilkan akurasi yang sama

Gambar 4 merupakan persebaran nilai K terhadap nilai eror yang dihasilkan oleh metode KNN yang digunakan. Persebaran nilai K menghasilkan nilai eror yang berbeda-beda dan juga beberapa nilai K menghasilkan nilai eror yang sama. Nilai eror yang dihasilkan merupakan pengurangan dari nilai akurasi, yaitu 1 dikurang dengan nilai akurasi. Nilai K sama dengan 2 menghasilkan nilai eror yang paling rendah, yaitu 0,1. Hal tersebut terlihat dari grafik akurasi pula, nilai K sama dengan 2 menghasilkan nilai akurasi yang paling tinggi, yaitu bernilai 0,9

Gambar 5 mewakili tabel confusion matrix pada nilai $k = 2$. Klasifikasi yang benar didapat pada nilai $k = 2$ adalah data abnormal yang terklasifikasi sebagai data abnormal sebanyak 9 data dan data normal yang terklasifikasi sebagai data normal berjumlah 9 data. Data normal yang terklasifikasi abnormal sejumlah 1 data. Data abnormal yang terklasifikasi sebagai data normal berjumlah 1 data.

Akurasi yang didapat pada nilai $k = 2$ sebesar 0,9 atau 90%. Presisi yang didapat pada nilai $k = 2$ sebesar 0,9 atau 90%. Nilai *recall* yang didapat ketika $k = 2$ bernilai 90%. Nilai *F1-score* yang didapat pada nilai $k = 2$ bernilai 0,9 atau 90



KESIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian ini adalah ekstraksi audio berupa chroma feature, short-time fourier transform, root mean square (rmse), spectral centroid, spectral bandwidth, spectral rolloff, zero-crossing rate, mel-frequency cepstral coefficients (MFCC) dapat digunakan untuk mengidentifikasi detak jantung sehat dan sakit. Nilai K yang dapat digunakan agar metode KNN mencapai akurasi tertinggi adalah K bernilai 2. Nilai K yang memiliki akurasi tertinggi dapat dilihat dari persebaran grafik nilai K terhadap akurasi metode KNN. Penelitian hanya dilakukan sebatas mengidentifikasi, tidak mencapai pengujian terhadap sampel baru menggunakan data mining. Penelitian lanjutan yang dapat dilakukan adalah melakukan klasifikasi berdasarkan ekstraksi audio yang lain, seperti spectral contrast, Mel spectrogram, Mel filter bank, dan lainnya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengenali perbedaan antara suara jantung normal dan abnormal dengan memanfaatkan teknologi pemrosesan suara. Tidak ada penggunaan data pasien yang dapat diidentifikasi, dan tidak ada konflik kepentingan finansial atau materi yang relevan. Data penelitian menggunakan data sekunder, dan penelitian ini berpotensi untuk berkontribusi pada pengembangan metode identifikasi penyakit jantung melalui suara jantung. Namun, perlu dicatat bahwa hasil awal penelitian ini mungkin memerlukan validasi lebih lanjut sebelum dapat diaplikasikan dalam pengaturan medis. Penulis juga menyadari bahwa penelitian ini terus berkembang, dan hasilnya bisa diperbarui atau ditinjau kembali di masa yang akan datang

REFERENSI

1. Afifah L. Apa itu Confusion Matrix di Machine Learning? [Diakses pada 6 November 2023]. <https://ilmudatapy.com/apa-itu-confusion-matrix/>. 2021.
2. Griadhi, I. P. 2016. *Diktat Kuliah: Sistem Kardiovaskuler*. Bagian Fisiologi Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Udayana.
3. Maulana M. H. W., dan Widasari, E. R. Sistem Deteksi Stres berdasarkan Detak Jantung dan Kelenjar Keringat menggunakan Metode K-Nearest Neighbours. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. 2014;7:1108-1115.
4. Nugroho KS. Confusion Matrix untuk Evaluasi Model pada Supervised Learning; 2019. Available from: <https://ksnugroho.medium.com/confusion-matrix-untuk-evaluasi-model-pada-unsupervised-machine-learning-bc4b1ae9ae3f>. Accessed November 6, 2023
5. Pavan P, Manoj KS, Shivkumar KR, dan Shruthi P. Music Genre Classification with Machine Learning. *IJIRT*. 2022;9:922 – 926
6. Rina. Accuracy, Precision, Recall, Specificity, dan F1-Score untuk Evaluasi Model Klasifikasi; 2023. Available from: <https://esairina.medium.com/memahami-confusion-matrix-accuracy-precision-recall-specificity-dn-f1-score-610d4f0db7cf>. accessed November 6, 2023.
7. UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA NOMOR 36 TAHUN 2009 TENTANG KESEHATAN.
8. Wijaya, NH, I Soesanti, dan E Firmansyah. Klasifikasi Suara Jantung Menggunakan Neural Network Backpropagation Berbasis Ciri Statistis. *PROSIDING SNATIF KE-4*. 2017
9. Stevens., S. Smith, J. Volkman, dan E. B. Newman. 1937. A Scale for the Measurement of the Psychological Magnitude Pitch. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 8(3): 185-190
10. McFee, B., C. Raffel, D. Liang, D. P. W. Ellis, M. McVicar, E. Battenberg, dan O. Nieto. 2015. *Librosa: Audio and Music Signal Analysis in Python*. Proc. Of the 14th Python in Science Conf. 18-24
11. Kedem, B. 1986. Spectral Analysis and Discrimination by Zero-crossing. *IEEE Proc.* 74. 1477-1493.



12. Zelkowitz, M. 2010. *Advanced in Computer*. First edition. Elsevier Inc. San Diego.
13. Hyoung-Gook, K., M. Nicolas, dan T. Sikora. *MPEG-7 Audio and Beyond: Audio Content Indexing and Retrieval*. John Wiley & Sons. 2005.
14. Giannakopoulos, T., dan A. Pikrakis. 2014. *Introduction to Audio Analysis: A MATLAB Approach*. Elsevier Inc. San Diego.