

IDENTIFIKASI SUARA JANTUNG BERBASIS KOMPUTER

Latifah Listyalina^{1*}, La Zulfiani Baadi², Yudianingsih³

¹ Teknologi Pengolahan Karet dan Plastik, Politeknik ATK Yogyakarta, Tarudan, Bangunharjo, Sewon, Bantul Regency, Special Region of Yogyakarta, Indonesia 55188, Telepon : 0274 – 383727, Faks : 0274 – 383727

^{2,3} Teknik Elektro, Universitas Respati Yogyakarta, Jl. Laksda Adisucipto KM.6,3, Ambarukmo, Caturtunggal, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia 55281, Telp. (0274) 488781 Fax. (0274) 489780

Received: 13 Mei 2024

Accepted: 31 Juli 2024

Published: 7 Agustus 2024

Keywords:

jantung; stetoskop; suara; komputer

Correspondent Email:

latifah.listyalina@atk.ac.id

Abstrak. Penelitian tentang klasifikasi suara jantung manusia berbasis komputer dimotivasi oleh kebutuhan akan alat bantu yang lebih efisien bagi dokter dalam proses klasifikasi suara jantung daripada stetoskop konvensional. Alat ini memanfaatkan proses komputasi untuk memungkinkan penilaian yang lebih mudah, cepat, dan akurat terhadap suara jantung. Dengan menggunakan pendekatan komputasi, alat ini dapat membantu dokter dalam mendiagnosis kondisi jantung dengan lebih baik. Klasifikasi suara jantung manusia berbasis komputer diciptakan sebagai solusi dalam dunia medis, bertujuan untuk membantu dokter dalam menganalisis suara jantung dan menghasilkan diagnosis yang lebih tepat. Melalui penggunaan metode fractal, alat ini mampu mengolah data suara jantung dengan efisien. Software Klasifikasi Suara Jantung Manusia Berbasis ini telah terbukti mampu mengklasifikasikan sampel suara jantung menggunakan metode KNN (K-Nearest Neighbour) dengan baik, meningkatkan kinerja diagnosis yang diberikan oleh dokter

Abstract. The research on computer-based classification of human heart sounds is motivated by the need for a more efficient tool for doctors in the heart sound classification process compared to conventional stethoscopes. This tool utilizes computational processes to enable easier, faster, and more accurate assessment of heart sounds. By employing computational approaches, this tool can assist doctors in diagnosing heart conditions more effectively. Computer-based classification of human heart sounds is developed as a solution in the medical field, aiming to aid doctors in analyzing heart sounds and generating more accurate diagnoses. Through the use of fractal methods, this tool can process heart sound data efficiently. The Computer-based Human Heart Sound Classification software has been proven to effectively classify selected heart sound samples using the K-Nearest Neighbour (KNN) method, improving the diagnostic performance provided by doctors.

1. PENDAHULUAN

Jantung adalah organ tubuh bagian dalam yang berperan memompa sistem peredaran

darah. Penyakit jantung, juga dikenal sebagai penyakit jantung koroner, merupakan suatu kondisi dimana jantung tidak dapat melakukan

tugasnya dengan baik. Setiap tahunnya, sekitar 915.000 orang akan mengalami serangan jantung dan lebih dari 30% akan mengalami peristiwa kedua dan berpotensi fatal [1][2]. Deteksi detak jantung biasanya dilakukan oleh ahli menggunakan alat-alat yang disediakan di rumah sakit, oleh sebab itu pasien perlu mendatangi rumah sakit atau klinik untuk sekedar melakukan deteksi detak jantung. Detak jantung merupakan suara debaran jantung yang dihasilkan akibat aliran darah melewati jantung [3][4]. Metode untuk mendeteksi detak jantung saat ini sangat beraneka ragam antara lain deteksi detak jantung menggunakan stetoskop. Stetoskop menggunakan teknik auskultasi, yaitu teknik yang digunakan untuk mendiagnosa penyakit jantung melalui suara jantung. Hasil dari suara yang didengar akan digunakan ahli medis sebagai dasar dalam mendiagnosa penyakit jantung [5][6].

Hasil dari suara yang didengar akan digunakan ahli medis sebagai dasar dalam mendiagnosa penyakit jantung. Auskultasi suara jantung dengan stetoskop memiliki beberapa kendala, selain karena frekuensi dan amplitudo suara jantung yang rendah, faktor noise dan penilaian yang subjektif dari dokter juga sangat mempengaruhi [7][8]. Selain itu teknik auskultasi juga membutuhkan pengalaman dan keterampilan dalam memahami karakteristik suara yang dihasilkan stetoskop. Suara yang dihasilkan stetoskop tidak pernah tersimpan sehingga tidak bisa didengar bersama dokter lain sebagai bahan diskusi. Selain itu suara jantung yang sama dapat diinterpretasikan berbeda oleh dokter yang berbeda. Untuk mengatasi kendala dari cara kerja stetoskop, maka dibutuhkan alat bantu lain agar para dokter lebih mudah, cepat dan akurat dalam melakukan proses klasifikasi suara jantung, yaitu dengan mengadopsi teknologi komputer menggunakan proses komputasi [9], [10].

2. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian terdahulu telah dilakukan [11] di mana tujuannya mengembangkan algoritma untuk ekstraksi ciri sinyal suara jantung. Metoda yang digunakan mencakup akusisi sinyal jantung, pemrosesan awal dan

segmentasi/ekstraksi ciri. Sinyal jantung diperoleh dari stetoskop elektronik. Pemrosesan awal digunakan filter lolos pita. Segmentasi digunakan model semi Markov tersembunyi. Hasil percobaan menunjukkan bahwa ekstraksi ciri dari sinyal suara jantung menghasilkan beberapa parameters seperti segmen suara S1, segmen sistolis, segmen suara S2 dan segmen diastolis. Performa algoritma dites dengan menggunakannya untuk evaluasi rekaman dari beberapa objek yang mencakup pasien normal atau upnormal.

Identifikasi suara jantung juga pernah dilakukan oleh [12]. Dalam penelitian ini, algoritma identifikasi sinyal suara jantung dengan memanfaatkan energi Shannon diterapkan pada sebuah mini PC untuk mengetahui posisi dan jarak waktu sinyal S1 dan S2 dalam domain waktu. Selanjutnya, hasil pengolahan tersebut dikirimkan melalui media komunikasi Internet dan ditampilkan pada sebuah aplikasi mobile. Berdasarkan hasil uji coba didapatkan bahwa nilai rata-rata interval S1-S1 sebesar 0.7517 s dan S1-S2 sebesar 0.3202 s. Penelitian ini juga menghitung lama pemrosesan energi Shannon pada mini PC dengan rata-rata waktu yang dibutuhkan selama 0.0441 s. Seluruh data yang telah diolah dan dikirim ke cloud, memiliki rata-rata waktu tunda selama 1.3792 s

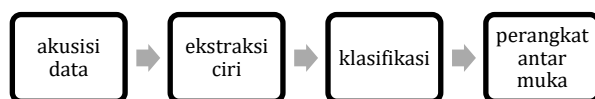
Pada penelitian [13] metode STFT dan deep learning CNN (Convolutional Neural Network) arsitektur Alexnet. Langkah analisis ini menggunakan short-time fourier transform dan kemudian data citra didapat dari STFT berupa citra plot sinyal, dilanjutkan ke proses klasifikasi data citra suara jantung normal dan abnormal dengan menggunakan metode CNN (Convolutional Neural Network). Dari uji klasifikasi CNN (Convolutional Neural Network) ini didapati tingkat akurasi dari proses pengujian ini menggunakan CNN Arsitektur Alexnet dengan learning rate dan Iterasi/Epoch jumlah Terbaik yakni 0,00001 dan Jumlah iterasi 70 sehingga didapati akurasi suara jantung 91.07% untuk klasifikasi suara jantung normal dan abnormal menggunakan 56 data suara jantung. Presisi 88.46%, recall 92%, dan untuk f1 score 90.2%. Berdasarkan pengujian dan analisis yang telah dirancang diatas, dapat diperoleh beberapa saran untuk pengembangan selanjutnya yaitu, Untuk data

training berikutnya cukup lakukan 1 kali saja proses training agar membuat waktu semakin efektif dan efisien untuk melakukan proses klasifikasi suara jantung normal dan abnormal. Mengumpulkan lebih banyak dataset agar membuat penelitian semakin baik dan membuat tingkat akurasi data semakin lebar.

Dari ketiga penelitian dan latar belakang di atas, dibuatlah klasifikasi suara jantung manusia berbasis komputer sebagai salah satu alat yang dapat bermanfaat dalam dunia kesehatan sebagai alat pembantu dalam hasil diagnosis penyakit jantung. Beberapa penyakit lain juga telah dilakukan deteksi otomatis dengan menggunakan computer seperti [14], [15].

3. METODE PENELITIAN

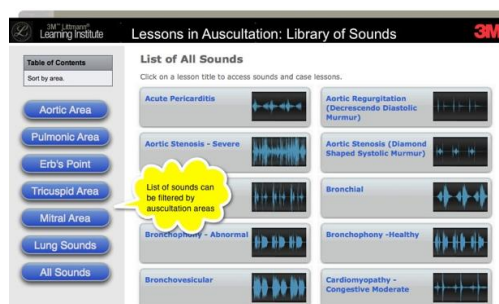
Perancangan sistem dilakukan untuk menggambarkan proses secara keseluruhan dari perancangan klasifikasi suara jantung manusia. Alur keseluruhan dalam perancangan sistem ini yaitu:



Gambar 1. Alur Perancangan

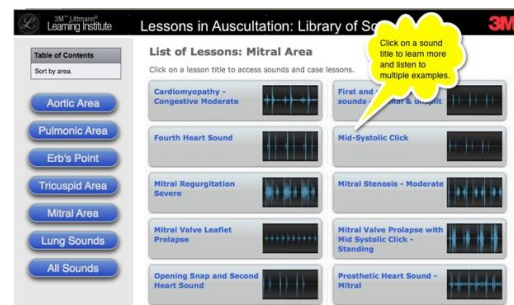
a. Akuisisi Data

Data suara jantung hasil rekaman menggunakan *stetoskop littman* yang disimpan secara sistematis di dalam komputer atau di dalam situs web <http://www.3m.com/healthcare/littmann/> yang dapat diolah menggunakan perangkat lunak untuk menghasilkan informasi tentang hasil suara jantung tersebut.



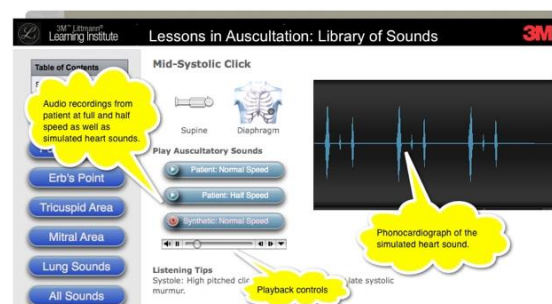
Gambar 2. Tampilan Pertama Database Stetoskop [3]

Pada tampilan pertama *database* stetoskop di atas, terdapat dua menu yaitu menu *List of all sounds* dan menu *table of contents by area*. Pada menu *List of all sounds* terdapat tampilan yang berisi semua suara yang direkam dan digabungkan menjadi satu. Dan di menu *table of contents by area* terdapat beberapa daftar suara menurut wilayahnya di dalam tubuh. Yang apabila diklik maka akan menuju ke tampilan kedua *database* stetoskop.



Gambar 3. Tampilan Kedua Database Stetoskop [3]

Pada tampilan kedua *database* stetoskop di atas, terdapat tampilan daftar suara berdasarkan wilayahnya. Wilayah suara yang ditampilkan di sini adalah wilayah suara mitral. Jika *diklik* pada judul suara, akan masuk ke tampilan ketiga dari *database* stetoskop untuk mempelajari lebih lanjut dan mendengarkan banyak contoh suara.



Gambar 4. Tampilan Ketiga Database Stetoskop Bagian 1 [3]

Tampilan ketiga *database* stetoskop di sini terdapat *phonocardiograph of the simulated heart sound*. Ketika gambar bentuk dari sinyal suara dipilih, akan terdapat *audio recordings from patient at full and half speed as well as simulated hear sounds*. Hal itu merupakan pilihan untuk memainkan atau membunyikan suara berdasarkan kecepatan. Terdapat pilihan

seperti *normal speed* (kecepatan normal), *half speed* (setengah kecepatan), dan juga terdapat bagian *playback control* (kontrol pemutaran).



Gambar 5. Tampilan Ketiga Database Stetoskop Bagian 2 [3]

Pada gambaran ini, terdapat *patient maneuver*, *auscultation position*, and *chestpiece bell/diagram mode* di mana merupakan titik letaknya *chestpiece bell/diagram* stetoskop ditempelkan di tubuh pasien. Proses suara direkam dan juga kondisi pasien dijelaskan juga di sini, seperti duduk, berdiri, atau berbaring. Terdapat *listening tips help fokus on key aspects of each sound*, yaitu adalah tips yang diharapkan membantu pendengar difokuskan pada aspek kunci dari setiap suara yang di mainkan atau dibunyikan apakah suara tersebut terdapat murmur atau tidak, bersuara keras/bernada tinggi dan lain lain sebagainya.

Data lainnya yang digunakan ialah database suara jantung ini diambil dari dataset sekunder dan sudah diklasifikasi oleh lulusan kedokteran diunduh dan dipisahkan/dipotong-potong menjadi beberapa simple suara jantung berdasarkan namanya/jenisnya menggunakan aplikasi.



Gambar 6. Tampilan Database Suara Jantung [1]

b. Ekstraksi Ciri

Proses ini dimulai dengan memasukkan salah satu contoh suara jantung yang akan diklasifikasikan. Kemudian contoh suara jantung tersebut akan diekstraksi nilainya dengan Metode Fractal. Metode Fraktal adalah pendekatan matematis untuk menganalisis objek yang kompleks dan tidak teratur. Dalam konteks ini, Metode Fraktal digunakan untuk mengekstraksi informasi penting dari contoh suara jantung yang merepresentasikan karakteristik unik dari suara tersebut di mana menggunakan perhitungan dengan rumus sebagai berikut.

$$D = 1 + \frac{\ln(L)}{\ln(2 \cdot N')}$$

(1)

di mana L adalah panjang kurva dan N' adalah N-1

c. Klasifikasi

Setelah nilai ekstraksi berhasil didapatkan dari contoh suara jantung, tahap selanjutnya adalah melakukan klasifikasi menggunakan metode K-Nearest Neighbors (KNN). Metode KNN adalah salah satu metode klasifikasi yang sederhana dan sering digunakan dalam analisis data. Metode KNN memiliki keunggulan sederhana dan mudah diimplementasikan, tetapi juga memiliki beberapa pertimbangan, seperti sensitifitas terhadap jumlah K yang dipilih dan performa yang dapat dipengaruhi oleh skala data. Selain itu, dalam konteks suara jantung atau data medis lainnya, pemilihan fitur ekstraksi yang tepat juga sangat penting untuk hasil klasifikasi yang akurat. Berikut adalah langkah-langkah umumnya, yaitu sebagai berikut.

Data training adalah kumpulan data yang sudah memiliki label kelas (misalnya, normal atau abnormal) dan nilai-nilai fitur ekstraksi yang sesuai dengan contoh suara jantung. Data training ini akan digunakan sebagai acuan untuk melakukan klasifikasi.

Untuk setiap contoh suara jantung yang baru (yang belum diklasifikasikan), akan dihitung jaraknya terhadap setiap data training yang sudah ada. Jarak ini biasanya dihitung menggunakan metrik jarak seperti Euclidean distance atau manhattan distance.

Parameter K dalam KNN menentukan jumlah tetangga terdekat yang akan

dipertimbangkan dalam proses klasifikasi. Misalnya, jika $K=3$, maka akan dipilih 3 data training terdekat untuk suara jantung yang baru.

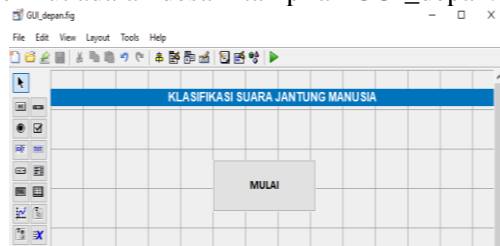
Setelah tetangga terdekat telah dipilih, sistem akan melakukan voting untuk menentukan kelas mana yang paling mendominasi di antara tetangga tersebut. Misalnya, jika dari 3 tetangga terdekat, 2 di antaranya termasuk dalam kelas normal dan 1 termasuk dalam kelas abnormal, maka suara jantung yang baru akan diklasifikasikan sebagai normal berdasarkan mayoritas voting.

Hasil dari proses voting akan memberikan prediksi kelas untuk suara jantung yang baru, apakah itu normal atau abnormal, berdasarkan data training yang telah ada.

Dengan menggunakan semua database littman di link menjadi data training KNN maka nilai akurasi yaitu 100% klasifikasi KNN dapat bekerja dengan baik. Pada tahap akhir, user dapat membunyikan suara jantung tersebut dengan menekan tombol PLAY. User juga dapat mereset hasil klasifikasi yang telah dilakukan dengan menekan tombol RESET.

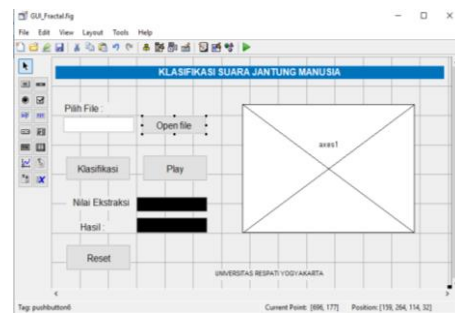
d. Perancangan Antar Muka

Pembuatan antar muka klasifikasi suara jantung manusia pada matlab dibagi menjadi 2 tampilan GUI, yaitu yang pertama tampilan GUI_depan, dan kemudian yang kedua yaitu tampilan GUI_Fractal. Tampilan GUI pembuka (GUI_depan) dibuat sebagai pembuka tampilan sebelum menuju ke tampilan GUI Fractal. Berikut adalah desain tampilan GUI_depan.



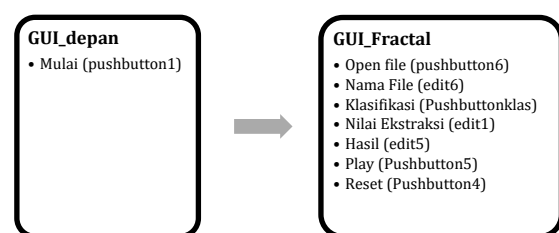
Gambar 7. Tampilan GUI_depan

Pada tampilan GUI_depan di atas, dirancang menggunakan fungsi “guide” pada aplikasi matlab, yang nantinya akan diarahkan menuju menu pembuatan GUI. Komponen yang dipakai diatas hanya *push button1* (MULAI) yang apabila di klik oleh user akan menuju jendela baru yaitu tampilan GUI_Fractal. Berikut adalah tampilan desain GUI_Fractal.



Gambar 8. Tampilan GUI_Fractal

Pada tampilan GUI_Fractal di atas, terdapat berbagai macam komponen dalam penyusunan, yaitu: *PushButton*, *Axes*, *PopupMenu*, dan *Edit Text*. Penamaan komponen tombol yang terdapat di atas, jika disesuaikan dengan rancangan *software* akan terdapat tombol “Open file”, tombol “Klasifikasi”, tombol “Play”, tombol “Reset”, dan beberapa komponen “Edit Text” yang berfungsi untuk menampilkan nama file, menampilkan nilai dari hasil ekstraksi, menampilkan status jantung yang diuji dengan menampilkan tulisan “Normal” jika jantung normal dan “Abnormal” jika jantung tidak normal. Penambahan “Axes” berfungsi untuk menampilkan gelombang suara jantung yang telah dipilih oleh pengguna untuk diproses. Jika disederhanakan perancangan perangkat lunak klasifikasi suara jantung pada manusia, maka akan seperti blok diagram dibawah ini.



Gambar 9. Blok Diagram Perancangan Software

Berikut merupakan penjelasan blok diagram. Pada saat user ingin mengklasifikasi suara, user akan memasuki GUI_depan. User diperintahkan untuk menekan/mengklik MULAI (*pushbutton1*) yang mana akan membawa pengguna memasuki GUI_Fractal atau proses klasifikasi yang sebenarnya dimulai. Ketika pengguna sudah berada di

GUI_Fractal, pilihan pertama yang harus pengguna lakukan adalah mengklik tombol Open file (*pushbutton6*) agar pengguna dapat memasukkan suara jantung yang akan diklasifikasi lebih lanjut.

Setelah pengguna telah memasukan *file* suara yang ingin diklasifikasi, nama suara tersebut akan terlihat di *Edit6* (Nama file). Selanjutnya pengguna dibolehkan menekan tombol klasifikasi (*PushbuttonKlasifikasi*) untuk proses klasifikasi dimulai dan nilai ekstraksi pun terlihat pada *Edit1* (Nilai Ekstraksi). Hasil klasifikasi pun terlihat di *Edit5* (Hasil) apakah suara jantung tersebut masuk dalam kategori normal atau abnormal.

Jika pengguna ingin memutar suara jantung yang diklasifikasi di dalam perangkat lunak, pengguna hanya tinggal menekan Play (*Pushbutton5*). Ketika pengguna ingin mereset klasifikasi, pengguna hanya tinggal menekan tombol Reset (*Pushbutton4*) yang terdapat dalam GUI_Fractal.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Ekstraksi Ciri dan Klasifikasi

Telah digunakan data suara jantung dari database hasil rekaman stetoskop Littmann untuk melatih model klasifikasi adalah langkah yang sangat berguna dalam mengembangkan sistem yang dapat membedakan suara jantung normal dan abnormal. Dengan 53 sampel suara (13 normal dan 40 abnormal), kemudian dibagi menjadi dua bagian utama: data pelatihan dan data uji.

Data pelatihan digunakan untuk melatih model klasifikasi, di mana model belajar pola dari data ini untuk kemudian dapat mengklasifikasikan suara jantung. Data uji kemudian digunakan untuk menguji kinerja model yang sudah dilatih. Hal tersebut dimungkinkan untuk mengevaluasi seberapa baik model dapat mengklasifikasikan suara jantung yang belum pernah dilihat sebelumnya, sehingga memberikan gambaran yang lebih akurat tentang kehandalan model tersebut dalam situasi dunia nyata.

Metode fraktal memiliki potensi untuk menentukan nilai koefisien di bawah ini dalam klasifikasi suara jantung dengan menggunakan prinsip fraktalitas dalam data atau sinyal yang diamati. Fraktalitas merujuk pada kemampuan

struktur untuk mempertahankan pola pada berbagai skala ukuran. Dalam konteks suara jantung, karakteristik fraktal dapat mengungkap informasi penting tentang kompleksitas dan pola dari sinyal suara tersebut.

Pada gambar 10, nilai maksimum untuk kategori normal adalah 1.6239, namun nilai untuk kategori abnormal bisa melampaui angka tersebut karena kedekatannya dengan sampel normal. Nilai-nilai ini akan digunakan sebagai data training sehingga ketika sampel suara jantung baru dimasukkan, model dapat mengklasifikasikan nilai suara tersebut mendekati nilai ekstraksi normal atau abnormal yang telah ditetapkan.

41	1.4070			
42	1.5964			
43	1.6569			
44	1.3432			
45	1.5450			
46	1.4483			
47	1.4879			
48	1.4375			
49	1.5941			
50	1.4993			
51	1.6428			
52	1.4099			
53	1.5185			
54				

Gambar 10. Nilai Hasil Training Data Suara Jantung

Dalam konteks pengujian suara jantung dengan 53 sampel (13 normal dan 40 abnormal), KNN akan melakukan hal berikut. Fitur-fitur yang relevan dari sampel suara jantung harus dipilih. Misalnya, amplitudo gelombang, frekuensi tertentu, atau atribut lain yang berperan dalam membedakan suara normal dan abnormal. Dalam tahap pelatihan, KNN akan menggunakan 13 sampel suara normal dan 40 sampel suara abnormal untuk membangun modelnya. Model ini secara sederhana akan "mengingat" lokasi dan kelas dari setiap sampel latihan. Ketika datang waktu pengujian dengan sampel suara jantung yang baru, KNN akan mengukur jarak (misalnya, Euclidean distance) antara sampel baru tersebut dengan sampel latihan yang sudah ada. KNN akan mengambil k (jumlah tetangga terdekat yang ditentukan sebelumnya) sampel terdekat dari sampel uji, dan kemudian mengambil mayoritas kelas dari tetangga-tetangga tersebut. Dengan demikian, sampel uji akan diklasifikasikan sebagai normal

atau abnormal berdasarkan mayoritas kelas dari tetangga-tetangga terdekatnya.

	1	2	3
1	normal		
2	normal		
3	normal		
4	normal		
5	normal		
6	normal		
7	normal		
8	normal		
9	normal		
10	normal		
11	normal		
12	abnormal		
13	abnormal		
14	abnormal		
15	abnormal		
16	abnormal		
17	abnormal		
18	abnormal		
19	abnormal		
20	abnormal		
21	abnormal		
22	abnormal		
23	abnormal		
24	abnormal		
25	abnormal		
26	abnormal		
27	abnormal		
28	abnormal		
29	abnormal		
30	abnormal		
31	abnormal		
32	abnormal		
33	abnormal		
34	abnormal		
35	abnormal		
36	abnormal		
37	abnormal		
38	abnormal		
39	abnormal		
40	abnormal		
41	abnormal		
42	abnormal		
43	abnormal		
44	abnormal		
45	abnormal		
46	abnormal		
47	abnormal		
48	abnormal		
49	abnormal		
50	abnormal		
51	abnormal		
52	normal		
53	normal		
54			
55			
56			
57			

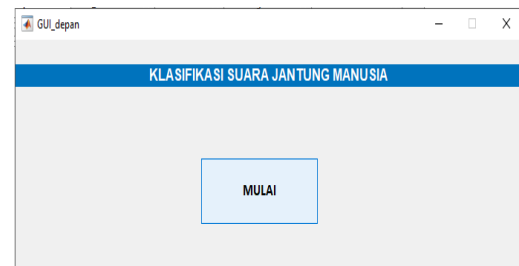
Gambar 11. Kelas Normal Dan Abnormal Data Training

Terdapat 53 sampel suara jantung yang dimana diberi keterangan dari 1-11 kategori normal,12-51 abnormal dan 52-53 normal.

b. Perangkat Antar Muka

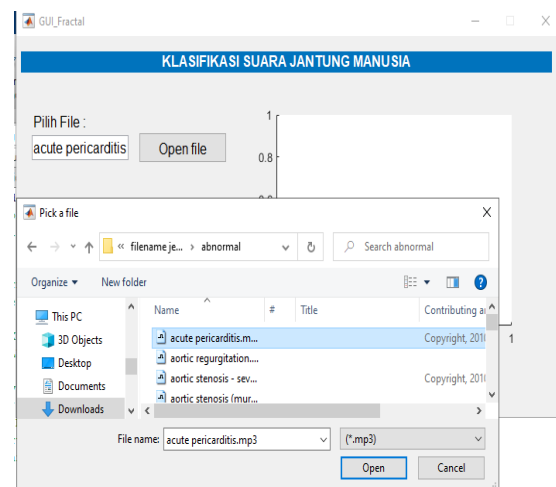
Pengujian ini dilakukan untuk melihat hasil perancangan perangkat lunak, apakah sudah bekerja dengan baik atau belum, yang akan dibuat dalam bentuk tabel. Dalam pengujian ini,

fungsi dari masing-masing tombol bekerja sesuai dengan fungsinya. Pengujian pada perangkat lunak ini dibagi dalam dua GUI, di mana di GUI pertama(Gui_depan) terdapat satu tombol dan GUI kedua(Gui_Fractal) terdapat empat tombol. Berikut tampilan awal perangkat antar muka yang telah dibuat.



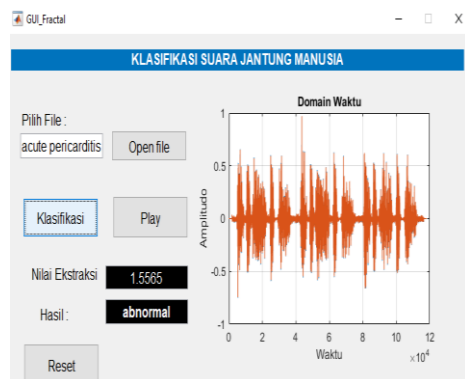
Gambar 12. Tampilan Awal GUI

Berdasarkan Gambar 12, pada tampilan awal GUI terdapat tombol “Mulai” . Jika ditekan tombol tersebut, halaman Gui_depan akan masuk ke halaman Gui_Fractal. Pengujian ini menunjukkan bahwa fungsi dari tombol “Mulai” telah bekerja sesuai dengan fungsinya.

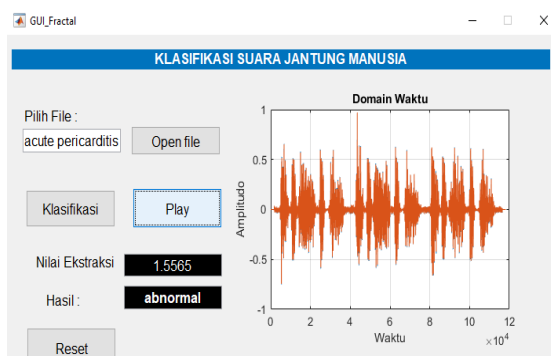


Gambar 13. Pengujian GUI Fractal

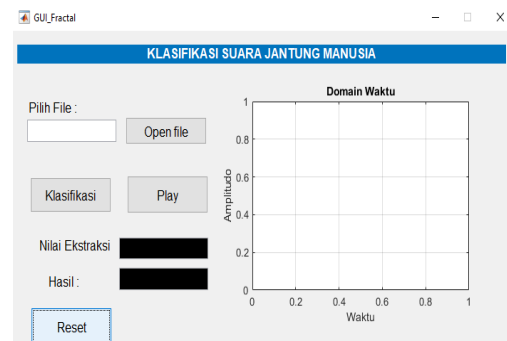
Berdasarkan Gambar 13, pengujian ini dilakukan untuk melihat kinerja tombol “Open file” pada perangkat lunak apakah sudah bekerja sesuai dengan fungsinya. Hasil pada pengujian ini menunjukkan pada tombol “Open file” sudah dapat membuka jendela untuk memilih sampel suara jantung dalam format mp3. Tombol ini sudah berfungsi dengan baik.

Gambar 14. Pengujian *Pushbutton* Klasifikasi

Berdasarkan Gambar 14, pengujian ini dilakukan untuk melihat kinerja tombol “Klasifikasi” pada perangkat lunak apakah sudah bekerja sesuai dengan fungsinya. Hasil pada pengujian ini menunjukkan pada tombol “Klasifikasi” sudah dapat mengklasifikasi sampel suara jantung yang dimasukkan dengan menampilkan nilai ekstraksi dan menampilkan hasil klasifikasi suara jantung apakah masuk dalam kategori normal atau abnormal.

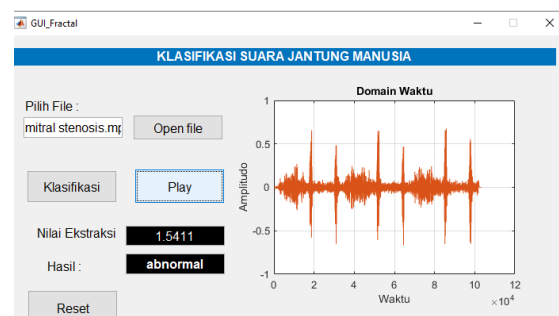
Gambar 15. Pengujian *Pushbutton* Play

Berdasarkan Gambar 15, pengujian ini dilakukan untuk melihat kinerja tombol “Play” pada perangkat lunak apakah sudah bekerja sesuai dengan fungsinya. Hasil pada pengujian ini menunjukkan pada tombol “Play” sudah dapat membunyikan suara jantung yang telah diklasifikasi sebelumnya, dan tombol ini sudah dapat bekerja dengan baik.

Gambar 16. Pengujian *Pushbutton* Reset

Berdasarkan Gambar 16, pengujian ini dilakukan untuk melihat kinerja tombol “Reset” pada perangkat lunak apakah sudah bekerja sesuai dengan fungsinya. Hasil pada pengujian ini menunjukkan pada tombol “Reset” sudah dapat mereset hasil klasifikasi yang telah dilakukan sebelumnya dan pushbutton sudah dapat bekerja dengan baik.

Pengujian sampel suara jantung Pengujian disini menggunakan suara jantung dari dataset kedua sekunder dan sudah diklasifikasi oleh lulusan kedokteran diunduh dan dipotong-potong menjadi beberapa sampel suara jantung berdasarkan namanya/jenisnya menggunakan aplikasi fl studio.



Gambar 17. Pengujian Suara Jantung

Dari Gambar 17 di atas, hasil dari klasifikasi berjalan dengan baik sesuai dengan hasil klasifikasi pakar dan perangkat lunak yang dirancang pun bekerja sesuai dengan yang diinginkan.

	A	B	C
1	Jenis jantung:	klasifikasi lulusan S1 kedokteran	Klasifikasi menurut aplikasi
2	normal	"NORMAL"	"NORMAL"
3	aortic insufficiency	"ABNORMAL"	"ABNORMAL"
4	aortic stenosis	"ABNORMAL"	"ABNORMAL"
5	atrial gallop s4	"ABNORMAL"	"ABNORMAL"
6	mitral regurgitation	"ABNORMAL"	"ABNORMAL"
7	mitral stenosis	"ABNORMAL"	"ABNORMAL"
8	mitral valve prolapse	"ABNORMAL"	"ABNORMAL"
9	split s2	"ABNORMAL"	"ABNORMAL"
10	tricuspid insufficiency	"ABNORMAL"	"ABNORMAL"
11	ventricular gallop s3	"ABNORMAL"	"ABNORMAL"

Gambar 18. Perbandingan Klasifikasi Pakar dengan Aplikasi

Berdasarkan Gambar 18 di atas, dapat dilihat bahwa perbandingan klasifikasi antara pakar dengan aplikasi yang sudah dirancang dapat mengklasifikasi suara dengan baik menggunakan metode KNN di mana nilai dari hasil ekstraksi data test suara jantung itu mendekati nilai data pelatihan normal atau abnormal.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang berjudul Klasifikasi Suara Jantung Manusia Berbasis Komputer, dapat disimpulkan bahwa:

- Klasifikasi Suara Jantung Manusia Berbasis Komputer mampu melakukan ekstraksi nilai dari sampel suara jantung dengan efektif menggunakan metode fractal.
- Software Klasifikasi Suara Jantung Manusia Berbasis Komputer telah berhasil mengklasifikasikan sampel suara jantung yang dipilih dengan menggunakan metode KNN (K-Nearest Neighbour) dengan tingkat kinerja yang baik..

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini, khususnya Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan (JITET) yang telah memberikan kesempatan untuk mempublikasikan naskah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Keperawatan, "Suara jantung," *Youtube*, 2022.
<https://www.youtube.com/watch?v=aJtjV1PWl6Y>
- [2] Sri Handayani, *Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia*. 2021.
- [3] 3M, "3M littmann stethoscopes," *FOLLOW 3M™ LITTMANN® BRAND*, 2024.
- [4] B. O. E. Andriyansyah and I. Hariyanti,

"IMPLEMENTASI recurrent neural network untuk deteksi detak jantung berdasarkan video real time," *COMPETITIVE*, vol. 17, no. 1, pp. 11–18, 2022.

- [5] D. R. Heriyadi, "Deteksi kelainan jantung berdasarkan suara detak jantung secara realtime menggunakan deep learning," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2023. [Online]. Available: <https://repository.its.ac.id/97580/>
- [6] L. Hidayat, R. Ismail, and Suhartini, "EVALUASI persepsi kegunaan, dan kemudahan, wireless stethoscope versi 2.0," *J. Tek. Mesin*, vol. 9, no. 1, pp. 143–148, 2021.
- [7] F. M. SARI, "STETOSKOP elektronik berbasis mikrokontroler," 2022.
- [8] E. A. Suprayitno, *INSTRUMENTASI MEDIS DAN APLIKASINYA*. 2018.
- [9] U. N. R. Yora, H. Fauzi, and S. Rizal, "EKSTRAKSI detak jantung berbasis pengolahan citra wajah dengan algoritma bss (blind separation signal) heart rate extraction based on processing of facial images using bss (blind separation signal) algorithm," in *Proceeding Eng.*, 2021, pp. 4925–4932.
- [10] W. I. Kusumawati, I. Puspasari, and J. J. , Eka Sari Oktarina, "IDENTIFIKASI sinyal suara jantung (pcg) dengan metode energi shannon dan implementasinya pada iot (internet of things)," in *SNATIF 6*, 2019, pp. 116–124.
- [11] M. T. Machaz, P. D. Kusuma, and A. Rizal, "Klasifikasi suara jantung normal dan abnormal menggunakan short_time fourier transform dan convolutional neural network classification normal and abnormal heart sounds using short-time fourier transform and convolutional neural network," in *Proceeding Eng.*, 2022, pp. 1110–1116.
- [12] M. F. Syahputra, R. F. Rahmat, and J. A. Sitepu, "VISUALISASI suara jantung manusia pada platform mobile," *Lentera*, vol. 15, no. Juli, pp. 66–72, 2015.
- [13] P. Busono, "Ekstraksi ciri sinyal suara jantung," in *Semin. Nas. Instrumentasi, Kontrol dan Otomasi*, 2018, pp. 139–143.
- [14] R. P. Salsabila Aprilia, Ria Agustin, Marthalena Marthalena, Viktor Handrius Pranatawijaya, "SISTEM pakar rekomendasi obat berdasarkan gejala penyakit menular umum di masyarakat menggunakan metode forward chaining," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 2, pp. 1424–1432, 2014.
- [15] R. R. Burhanuddin, "KLASIFIKASI penyakit padi melalui citra daun menggunakan metode naive bayes," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 2, pp. 885–892, 2024.