

**ANALISIS EKSTRAKSI FITUR *FREQUENCY DOMAIN*
UNTUK KLASIFIKASI ABNORMALITAS JANTUNG
MENGUNAKAN *MACHINE LEARNING***

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**



OLEH:

ZALFA AMIRA

09011282126111

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2025

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**ANALISIS EKSTRAKSI FITUR FREQUENCY DOMAIN UNTUK
KLASIFIKASI ABNORMALITAS JANTUNG MENGGUNAKAN
MACHINE LEARNING**

Sebagai salah satu syarat untuk penyelesaian studi di
Program Studi S1 Sistem Komputer

Oleh:

ZALFA AMIRA

09011282126111

Pembimbing

: Prof. Ir. Siti Nurmaini, M.T., Ph.D.
NIP. 196908021994012001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer



Dr. Ir. Sukemi, M.T
196612032006041001

AUTHENTICATION PAGE

SKRIPSI

***ANALYSIS OF FREQUENCY DOMAIN FEATURE EXTRACTION
FOR CARDIAC ABNORMALITY CLASSIFICATION USING
MACHINE LEARNING***

*As one of the requirements for completing studies
in the Bachelor's Degree of Computer Systems Study Program*

By:

ZALFA AMIRA

09011282126111

Supervisor : **Prof. Ir. Siti Nurmaini, M.T., Ph.D.**
NIP. 196908021994012001

Approved by,

Head of Computer System Department



Dr. Ir. Sukemi, M.T.
196612032006041001

HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada:

Hari : Kamis

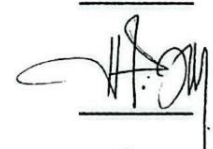
Tanggal : 26 Juni 2025 ✓

Tim Penguji :

1. Ketua Sidang : Prof. Dr. Ir. Bambang Tutuko, M.T.

2. Penguji Sidang : Dr. Annisa Darmawahyuni, M.Kom.

3. Pembimbing : Prof. Ir. Siti Nurmaini, M.T., Ph.D.


Mengetahui, 8/7/25
Ketua Jurusan Sistem Komputer


Dr. Ir. Sukemi, M.T.
NIP 196612032006041001

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama :Zalfa Amira
NIM :09011282126111
Judul Tugas Akhir :ANALISIS EKSTRAKSI FITUR *FREQUENCY DOMAIN* UNTUK KLASIFIKASI ABNORMALITAS JANTUNG MENGGUNAKAN *MACHINE LEARNING*

Hasil pemeriksaan iThenticate/Turnitin: 2%

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini dibuat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.



Indralaya, Juli 2025



METERAI
TEMPEL
6157AAMX406259488

Zalfa Amira
NIM. 09011282126111

HALAMAN PERSEMBAHAN

Untuk Ayah dan Ibu, tempat hidup dan matiku bersandar, cinta abadi yang selalu menjadi alasanku melangkah

Ayah tercinta, terima kasih telah menjadi sosok yang kuat, tangguh, dan sabar dalam menghadapi segala hal dalam hidup, selalu menjadi pilar dalam setiap langkah hidup saya. Doa-doa Ayah yang diam namun hangat, kerja keras tanpa lelah, dan cinta yang tak banyak kata namun begitu dalam, menjadi sumber kekuatan terbesar dalam hidup ini. Untuk ibuku tercinta yang telah lebih dulu kembali kepada-Nya, terima kasih atas cinta dan doa yang tetap hidup dalam setiap napas dan langkah saya. Meski ragamu telah tiada, cintamu tak pernah hilang—selalu menjadi cahaya dalam setiap perjuangan yang kujalani.

Pelita dalam masa kecilku, pelukan paling hangat tempat aku selalu pulang, dan doa yang tak pernah berhenti menguatkanmu meski kini ragamu telah tiada

Kepada nenekku tersayang, terima kasih untuk setiap kasih sayang yang tak pernah putus, doa-doa yang selalu menyelimuti, dan pelukan hangat yang menjadi tempat paling nyaman untuk pulang. Semasa hidup, Nenek adalah cahaya penenang di tengah gelap, tempat saya menemukan ketenangan dan keikhlasan. Kepergianmu meninggalkan ruang kosong yang tak tergantikan, namun cinta dan kenanganmu akan selalu hidup dalam relung hati saya. Semoga setiap untaian karya ini menjadi aliran doa yang tak putus untukmu, nenekku tercinta.

Untuk sosok-sosok yang menjadi tempatku berlindung dan merasa dicintai tanpa syarat

Dan untuk Ayuk Ada dan Ayuk Ani, terima kasih atas segala cinta, perhatian, dan ketulusan yang kalian berikan dalam hidup saya. Dalam setiap langkah yang sulit, kalian membuat saya merasa bahwa saya tak pernah benar-benar sendiri. Kalian adalah tempat saya berpegangan, pelindung di saat lemah, dan bagian penting yang selalu memberi kekuatan dalam diam.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, kasih sayang dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Ekstraksi Fitur Frequency Domain Untuk Klasifikasi Abnormalitas Jantung Menggunakan Machine Learning”.

Dalam perjalanan menyusun skripsi ini, penulis menerima banyak masukan, dukungan, dan bimbingan dari banyak pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh sebab itu, penulis ingin mengungkapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan berkah serta nikmat kesehatan dan kesempatan kepada penulis dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini dengan baik dan lancar.
2. Orang tua tercinta, khususnya ayah, atas doa, cinta, dukungan moril, materil, dan spiritual yang selalu menyertai.
3. Bapak Prof. Dr. Erwin, S.SI., M.SI., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya
4. Bapak Dr. Ir, Sukemi, M.T., selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Prof. Ir. Siti Nurmaini, M.T., Ph.D., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan motivasi selama proses skripsi.
6. Bapak Aditya Putra Perdana Prasetyo, S.Kom., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik Jurusan Sistem Komputer.
7. Dr. Annisa Darmawahyuni, M.Kom., selaku mentor yang telah membimbing, mendampingi, dan kebersamaian penulis sepanjang proses skripsi.
8. Ibu Anggun Islami, M.Kom., Ibu Dr. Ade Iriani Sapitri, M.Kom., Ibu Dr. Annisa Darmawahyuni, M.Kom., Ibu Akhiar Wista Arum, S.T., M.Kom.

- dan Bapak Naufal Rachmatullah, M.T. selaku mentor IsysRG yang telah menemani dan menghibur penulis selama proses pembuatan skripsi ini.
9. Laboratorium *Intelligent System Research Group* (IsysRG) yang telah menjadi tempat belajar, diskusi, dan berkembang selama pengerjaan tugas akhir.
 10. Kak M. Angga Pratama, selaku admin Jurusan Sistem Komputer, atas bantuannya dalam urusan administrasi akademik.
 11. Teman-teman *Intelligence System Research Group* (IsysRG) dan khususnya teman-teman Tim Sinyal *Batch 6* yang telah bersedia menjadi teman dalam bertukar pikiran untuk menyelesaikan permasalahan pada skripsi ini.
 12. Teruntuk Anisa Rahmadiani, Dinda Qamarani, dan Puja Dwi Asmarani sebagai teman-teman sejak masa SMP yang hingga kini masih setia hadir dalam perjalanan hidup penulis. Terima kasih atas segala kenangan yang telah kita lalui bersama, dari tawa hingga perbedaan, dari jatuh bangun hingga saling menguatkan. Persahabatan kita mungkin sedang diuji oleh waktu dan keadaan, namun kehangatan dan dukungan kalian tak pernah pudar. Terima kasih karena tetap mengingat, tetap menyapa, dan tetap menjadi bagian dari hati penulis hingga hari ini.
 13. Untuk Dzakie Naufal Al-Fauzari, Marisa Salsabila, M. Ihsan Rabbani, Siti Zahra, dan Wilda Natalia, terima kasih telah menjadi bagian dari hidup penulis. Kalian bukan hanya teman sekelas, tapi juga rumah di tengah lelahnya masa-masa remaja yang penuh pencarian. Bersama kalian, tawa menjadi lebih hangat, dan luka terasa lebih ringan. Terima kasih telah hadir dalam tiap cerita, walaupun kita jarang berkomunikasi, tetapi setiap kita bertemu kalian selalu membuat penulis tertawa karena tingkah kalian, dan dukungan yang selalu menyertai. Meski waktu terus berjalan dan jalan hidup membawa kita ke arah yang berbeda, kenangan bersama kalian akan selalu tinggal, utuh, hangat, dan tak tergantikan.
 14. Teman-teman Barudak Gacor, Sania Fatimah Az Zahrah, Ferdi Aprian, dan Tiara Oktarina yang telah menemani dan banyak membantu penulis dari

masa perkuliahan hingga tahap penyusunan skripsi. Terima kasih atas kebersamaan, dukungan, dan tawa yang membuat perjalanan ini menjadi lebih ringan dan berwarna.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, segala bentuk kritik dan saran yang konstruktif sangat diharapkan. Sebagai penutup, penulis berharap tugas akhir ini dapat memberikan manfaat serta berguna bagi banyak orang.

Indralaya, Juli 2025
Penulis,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Zalfa Amira', with a stylized, cursive script.

Zalfa Amira
NIM. 09011282126111

ANALISIS EKSTRAKSI FITUR *FREQUENCY DOMAIN* UNTUK KLASIFIKASI ABNORMALITAS JANTUNG MENGGUNAKAN *MACHINE LEARNING*

ZALFA AMIRA (09011282126111)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email : zalfaamira24@gmail.com

ABSTRAK

Abnormalitas jantung merupakan gangguan pada fungsi jantung yang dapat dideteksi melalui sinyal elektrokardiogram (EKG). Penelitian ini menggunakan metode ekstraksi fitur berbasis *frequency domain* dengan *Fast Fourier Transform* (FFT), menggunakan sepuluh fitur yang kemudian data akan diklasifikasikan menggunakan algoritma *machine learning*, seperti SVM, *Random Forest*, *Desicion Tree*, dan *K-Nearest Neighbors* (KNN). Hasil menunjukkan bahwa *Random Forest* memiliki performa terbaik dengan akurasi 100% pada data uji dan 83% pada data validasi. *Desicion Tree* mencapai akurasi 100% (data uji) dan 75% (data validasi), KNN mencapai 83% (data uji) dan 75% (data validasi), sedangkan SVM hanya memperoleh akurasi 50%. Kombinasi ekstraksi fitur dan algoritma yang tepat terbukti efektif dalam mendeteksi abnormalitas jantung dan dapat mendukung proses diagnosis yang lebih cepat dan akurat.

Kata Kunci : Abnormalitas Jantung, Elektrokardiogram, Ekstraksi Fitur, Domain Frekuensi, *Machine Learning*.

ANALYSIS OF FREQUENCY DOMAIN FEATURE EXTRACTION FOR CARDIAC ABNORMALITY CLASSIFICATION USING MACHINE LEARNING

ZALFA AMIRA (09011282126111)

Computer System Department, Computer Science Faculty, Sriwijaya University

Email : zalfaamira24@gmail.com

ABSTRACT

Cardiac abnormalities are disorders in heart function that can be detected through electrocardiogram (ECG) signals. This research uses a frequency domain-based feature extraction method with Fast Fourier Transform (FFT), using ten features which then the data will be classified using machine learning algorithms, such as SVM, Random Forest, Decision Tree, and K-Nearest Neighbors (KNN). Results show that Random Forest has the best performance with 100% accuracy on test data and 83% on validation data. Desicion Tree achieved 100% accuracy (test data) and 75% (validation data), KNN achieved 83% (test data) and 75% (validation data), while SVM only obtained 50% accuracy. The combination of feature extraction and appropriate algorithms proved effective in detecting cardiac abnormalities and can support a faster and more accurate diagnosis process.

Keywords : *Cardiac Abnormality, Electrocardiogram, Feature Extraction, Frequency Domain, Machine Learning.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
<i>AUTHENTICATION PAGE</i>	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PERNYATAAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	x
<i>ABSTRACT</i>	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Penelitian Terdahulu.....	5
2.2. Pemrosesan Sinyal	6
2.3. Elektrokardiogram.....	7

2.4.	Abnormalitas Jantung.....	8
2.5.	Klasifikasi	8
2.6.	<i>Discrete Wavelet Transform</i>	9
2.7.	<i>Fast Fourier Transform</i>	9
2.8.	<i>Machine Learning</i>	9
2.8.1.	<i>Support Vector Machine</i>	10
2.8.2.	<i>Decision Tree</i>	11
2.8.3.	<i>Random Forest</i>	11
2.8.4.	<i>K-Nearest Neighbors</i>	12
2.9.	Evaluasi Model.....	12
2.9.1.	<i>Confusion Matrix</i>	12
2.9.2.	<i>Accuracy</i>	13
2.9.3.	<i>Recall</i>	14
2.9.4.	<i>Spesificity</i>	14
2.9.5.	<i>Precision</i>	14
2.9.6.	<i>F1-Score</i>	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		16
3.1.	Kerangka Kerja	16
3.2.	Akuisisi Data.....	18
3.3.	<i>Preprocessing Data</i>	19
3.3.1.	Penghilangan Derau.....	19
3.3.2.	Normalisasi	22
3.4.	Ekstraksi Fitur	23
3.5.	<i>Splitting Data</i>	24

3.6.	Pelatihan Model	25
3.7.	Evaluasi Model.....	25
BAB IV PEMBAHASAN.....		26
4.1.	Hasil Akuisisi Data.....	26
4.2.	Hasil Normalisasi Data	28
4.3.	Hasil Ekstraksi Fitur.....	29
4.4.	Hasil Data Pengujian (<i>Unseen</i>) pada Model <i>Machine Learning</i>	34
4.4.1.	Hasil Klasifikasi pada Data Uji Model SVM	34
4.4.2.	Hasil Klasifikasi pada Data Uji Model <i>Random Forest</i>	36
4.4.3.	Hasil Klasifikasi pada Data Uji Model <i>Decision Tree</i>	38
4.4.4.	Hasil Klasifikasi pada Data Uji Model KNN	39
4.5.	Hasil Klasifikasi Model <i>Machine Learning</i>	41
4.5.1.	Hasil Klasifikasi pada Data Validasi Model SVM	42
4.5.2.	Hasil Klasifikasi pada Data Validasi Model <i>Random Forest</i>	44
4.5.3.	Hasil Klasifikasi pada Data Validasi Model <i>Decision Tree</i>	46
4.5.4.	Hasil Klasifikasi pada Data Validasi Model KNN	48
4.6.	Perbandingan Hasil Klasifikasi	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		54
5.1.	Kesimpulan	54
5.2.	Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA.....		56
LAMPIRAN.....		59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Sinyal Elektrokardiogram.....	7
Gambar 3. 1 Kerangka Kerja Penelitian	17
Gambar 3. 2 Diagram Alur Preprocessing	19
Gambar 3. 3 Perbandingan Sinyal Awal dan Hasil Denoise.....	21
Gambar 4. 1 Sinyal EKG <i>Arrhythmia</i>	27
Gambar 4. 2 Sinyal EKG <i>Normal Sinus</i>	28
Gambar 4. 3 Gambar EKG <i>Supraventricular Arrhythmia</i>	28
Gambar 4. 4 Hasil <i>Denoising</i>	29
Gambar 4. 5 Hasil Normalisasi.....	29
Gambar 4. 6 Hasil Sinyal EKG Berdasarkan <i>Frequency Domain</i>	31
Gambar 4. 7 Hasil <i>Confusion Matrix</i> SVM.....	34
Gambar 4. 8 Hasil <i>Confusion Matrix Random Forest</i>	36
Gambar 4. 9 Hasil <i>Confusion Matrix Decision Tree</i>	38
Gambar 4. 10 Hasil <i>Confusion Matrix</i> KNN.....	40
Gambar 4. 11 <i>Confusion Matrix</i> Data Validasi Model SVM.....	42
Gambar 4. 12 <i>Confusion Matrix</i> Data Validasi Model <i>Random Forest</i>	45
Gambar 4. 13 <i>Confusion Matrix</i> Data Validasi Model <i>Decision Tree</i>	47
Gambar 4. 14 <i>Confusion Matrix</i> Data Validasi Model KNN.....	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sampel <i>Confusion Matrix</i>	12
Tabel 3. 1 Distribusi Rekaman Sinyal EKG <i>Database</i>	18
Tabel 3. 2 Nilai SNR Setiap Fungsi <i>Wavelet</i>	20
Tabel 3. 3 Hasil Ekstraksi Fitur Domain Frekuensi menggunakan FFT	24
Tabel 4. 1 Hasil Ekstraksi Fitur Sinyal EKG untuk 10 Record Pertama	33
Tabel 4. 2 Performa Data Uji (<i>Unseen</i>) untuk Model SVM.....	35
Tabel 4. 3 Performa Data Uji (<i>Unseen</i>) untuk Model <i>Random Forest</i>	37
Tabel 4. 4 Performa Data Uji (<i>Unseen</i>) untuk Model <i>Decision Tree</i>	39
Tabel 4. 5 Performa Data Uji (<i>Unseen</i>) untuk Model KNN	41
Tabel 4. 6 Performa Data Validasi pada Model SVM	43
Tabel 4. 7 Performa Data Validasi pada Model <i>Random Forest</i>	46
Tabel 4. 8 Performa Data Validasi pada Model <i>Decision Tree</i>	48
Tabel 4. 9 Performa Data Validasi pada Model KNN	50
Tabel 4. 10 Perbandingan Hasil Klasifikasi pada Data Uji (<i>Unseen</i>).....	51
Tabel 4. 11 Perbandingan Hasil Klasifikasi pada Data Validasi.....	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Hasil Pengecekan Turnitin.....	
Lampiran 2 : Lembar Keterangan Pengecekan Similarity	
Lampiran 3 : Form Perbaikan Penguji	
Lampiran 4 : Form Perbaikan Pembimbing	

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Abnormalitas jantung adalah istilah yang mencakup berbagai gangguan dan kondisi yang mempengaruhi fungsi normal jantung. Gangguan ini dapat melibatkan irama jantung, struktur jantung, atau aliran darah melalui jantung [1]. Salah satu contoh umum dari abnormalitas jantung termasuk *aritmia*, yaitu tidak normalnya ritme pada jantung yang dapat menyebabkan detak jantung terlalu cepat, terlalu lambat, atau tidak teratur. Gejala abnormalitas jantung dapat bervariasi tergantung pada jenis dan tingkat parahannya, tetapi umumnya termasuk sesak napas, nyeri dada, kelelahan, pusing, dan palpitasi. Saat ini metode yang paling umum untuk mendeteksi penyakit atau kelainan pada jantung adalah menggunakan elektrokardiogram.

Elektrokardiogram (EKG) adalah alat yang digunakan untuk deteksi sinyal dan cara yang efektif untuk mengevaluasi ritme jantung karena kesempurnaan dan keterjangkauannya sebagai tes yang cepat dan sederhana, bahkan di tempat dengan sumber daya yang terbatas [2]. Fungsi lain dari EKG untuk menentukan apakah jantung mengalami *aritmia*, mendeteksi kelainan *miokard*, menilai fungsi jantung, menilai adanya pembesaran atau *hypertropia* jantung atrium dan ventrikel, serta mencakup dampak yang ditimbulkan [3].

Ekstraksi fitur adalah langkah penting dalam analisis sinyal biomedis untuk mengurangi dimensi sinyal dan kompresi data yang dimana hal ini memungkinkan data direpresentasikan oleh sekumpulan fitur yang lebih kecil [4]. Salah satu metode dari ekstraksi fitur adalah *frequency-domain* yang menganalisis sinyal berdasarkan komponen frekuensinya menggunakan teknik transformasi seperti *Fourier Transform* atau *Wavelet Transform* dimana fitur diekstrak dengan melihat energi sinyal dalam berbagai rentang frekuensi yang seringkali membantu dalam mendeteksi pola ritme atau kelainan jantung yang mungkin tidak tampak jelas di *time-domain*.

Machine Learning (ML) adalah bidang kecerdasan buatan yang menciptakan model statistik dan komputasi berdasarkan bukti dalam bentuk data historis dan pengalaman. Tujuannya adalah untuk memungkinkan komputer melakukan tugas instruksi program yang eksplisit dengan menggunakan teknik statistik untuk memungkinkan mesin belajar dari data dan meningkatkan kinerja dari waktu ke waktu [5]. Metode *machine learning* yang biasa diterapkan untuk klasifikasi abnormalitas jantung pada sinyal EKG meliputi *Support Vector Machine* (SVM), *Decision Tree*, *Random Forest*, dan *K-Nearest Neighbors*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan metode yang efektif dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan abnormalitas jantung melalui analisis sinyal elektrokardiogram (EKG) menggunakan teknik ekstraksi fitur di domain frekuensi dan *machine learning* yang dapat meningkatkan kecepatan dan keakuratan diagnosis abnormalitas jantung sehingga mempercepat perawatan medis yang menyelamatkan jiwa. Penelitian ini menggunakan *Fast Fourier Transform* (FFT) untuk ekstraksi fitur dari sinyal EKG. Metode FFT sering digunakan dalam ekstraksi fitur dalam analisis sinyal untuk membantu mengidentifikasi komponen frekuensi dalam sinyal yang bisa relevan untuk berbagai aplikasi. Selain itu, *Discrete Wavelet Transform* (DWT) mampu meningkatkan keandalan sistem deteksi penyakit jantung otomatis karena mampu memisahkan komponen penting dari *noise* atau artefak yang sering terdapat dalam rekaman sinyal EKG. Oleh karena itu, peneliti melakukan penelitian berjudul “Analisis Ekstraksi Fitur *Frequency Domain* Untuk Klasifikasi Abnormalitas Jantung Menggunakan *Machine Learning*” dengan harapan dapat menghasilkan model klasifikasi yang andal dalam mendeteksi kelainan jantung sehingga dapat berkontribusi pada pengembangan teknologi diagnostik yang lebih cepat dan akurat, sehingga membantu para profesional medis dalam memberikan perawatan yang lebih baik.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dirumuskan ke dalam beberapa masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses ekstraksi fitur berbasis *frequency-domain* dapat diterapkan pada sinyal EKG?
2. Seberapa akurat model klasifikasi yang dibangun menggunakan fitur dari *frequency-domain* serta *machine learning* dalam mendeteksi berbagai jenis abnormalitas jantung?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui proses ekstraksi fitur berbasis *frequency-domain* pada sinyal elektrokardiogram (EKG) untuk memperoleh informasi penting yang dapat digunakan dalam klasifikasi abnormalitas jantung.
2. Mengevaluasi tingkat akurasi model klasifikasi yang dibangun dengan fitur dari *frequency-domain* serta algoritma *machine learning* dalam mendeteksi berbagai jenis abnormalitas jantung.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. *Dataset* yang digunakan pada penelitian ini adalah *dataset* QTDB.
2. Penelitian ini berfokus pada penggunaan *frequency-domain* dalam pengolahan sinyal khususnya sinyal jantung seperti EKG.
3. Metode ekstraksi fitur yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Fast Fourier Transform* (FFT).
4. *Discrete Wavelet Transform* (DWT) digunakan untuk memisahkan komponen dari *noise* atau artefak yang terdapat pada sinyal EKG.
5. Pengujian akurasi, sensitivitas, dan metrik evaluasi untuk memastikan efektivitas model yang digunakan dalam klasifikasi.

1.5. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang digunakan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas alasan mengapa mendeteksi abnormalitas jantung menggunakan *machine learning* dan ekstraksi fitur *frequency-domain* sangat penting. Selain itu, rumusan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan tugas akhir dijelaskan. Sistematika penulisan juga menggambarkan alur pembahasan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab kedua membahas teori tentang sinyal jantung (EKG), transformasi *frequency-domain* seperti FFT dan *Wavelet*. Selain itu, membahas algoritma *machine learning* untuk klasifikasi seperti *SVM*, *Random Forest*, *Decision Tree*, dan *K-Nearest Neighbors*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ketiga membahas langkah-langkah yang diambil dalam penelitian, termasuk pengumpulan dan *preprocessing* data elektrokardiogram, ekstraksi fitur *frequency-domain*, dan klasifikasi menggunakan model *machine learning*. Selain itu, ada penjelasan tentang prosedur evaluasi performa model dengan metrik akurasi, sensitivitas, dan spesifitas.

BAB IV HASIL DAN ANALISIS

Bab ini menyajikan hasil dari eksperimen klasifikasi abnormalitas jantung. Hasil ekstraksi fitur dan kinerja model dianalisis dengan melihat grafik spektrum frekuensi.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab kelima ini memberikan kesimpulan tentang temuan penelitian, menunjukkan bahwa ekstraksi fitur *frequency-domain* efektif, dan menawarkan saran untuk penggunaan *dataset* yang lebih besar atau pengembangan teknik baru.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Kartika Pramuyanti and T. Elektro USM Jl Soekarno Hatta Tlogosari Semarang, “Penggunaan Logika *Fuzzy* Pada Klasifikasi Pola Abnormalitas Jantung,” pp. 6–8, 2015.
- [2] S. Nurmaini *et al.*, “An automated ECG beat classification system using deep neural networks with an unsupervised feature extraction technique,” *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 9, no. 14, Jul. 2019, doi: 10.3390/app9142921.
- [3] M. Rifali and D. Irmawati, “Sistem Cerdas Deteksi Sinyal Elektrokardiogram (EKG) untuk Klasifikasi Jantung Normal dan Abnormal Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST),” *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, vol. 4, no. 1, pp. 49–55, Nov. 2019, doi: 10.21831/elinvo.v4i1.28242.
- [4] A. K. Singh and S. Krishnan, “ECG signal feature extraction trends in methods and applications,” Dec. 01, 2023, *BioMed Central Ltd.* doi: 10.1186/s12938-023-01075-1.
- [5] H. Afifi *et al.*, “Machine Learning With Computer Networks: Techniques, Datasets, and Models,” *IEEE Access*, vol. 12, pp. 54673–54720, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3384460.
- [6] A. Darmawahyuni *et al.*, “An improved electrocardiogram arrhythmia classification performance with feature optimization,” *BMC Med Inform Decis Mak*, vol. 24, no. 1, Dec. 2024, doi: 10.1186/s12911-024-02822-7.
- [7] E. Akcin, K. S. Isleyen, E. Ozcan, A. A. Hameed, E. Alimovski, and A. Jamil, “A Hybrid Feature Extraction Method for Heart Disease Classification using ECG Signals,” in *Proceedings - 2021 Innovations in Intelligent Systems and Applications Conference, ASYU 2021, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.*, 2021. doi: 10.1109/ASYU52992.2021.9599070.
- [8] Antoniou and Andreas, “*Digital Signal Processing.*”
- [9] M. Wasimuddin, K. Elleithy, A. S. Abuzneid, M. Faezipour, and O. Abuzagheh, “Stages-based ECG signal analysis from traditional signal processing to machine learning approaches: A survey,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 177782–177803, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3026968.
- [10] E. Ganessane, B. G. Kowsthubha, V. T. Amrithanand, A. M. Muthanikkatt, and V. Dinesh, “The voltage Dilemma in electrocardiogram (ECG),” *JEM Reports*, vol. 3, no. 4, p. 100121, Dec. 2024, doi: 10.1016/j.jemrpt.2024.100121.

- [11] A. A. Maggang, B. H. A Manafe, S. O. Manu, and J. F. M Bowakh, “SISTEM MONITORING SINYAL ELEKTROKARDIOGRAM (EKG) MENGGUNAKAN *THINGSPEAK CLOUD COMPUTING*,” 2021.
- [12] H. Dzikra Radhiyyah, D. Laksono Adiputro, A. Biworo, M. Rudiansyah, and O. Illiandri, “GAMBARAN PEMBERIAN BETA BLOKER PADA PASIEN GAGAL JANTUNG DI RSUD ULIN BANJARMASIN.”
- [13] B. Mustiko Aji, W. Sri Utami, F. Sains dan Teknologi, and U. Teknologi Yogyakarta Jl Siliwangi Jombor Lor, “APLIKASI MONITORING DETAK JANTUNG MENGGUNAKAN SENSOR MAX30102 DAN ALGORITMA GAUSSIAN *NAIVE BAYES*.”
- [14] Ichwanul Muslim Karo, dan Hendriyana, “Klasifikasi Penderita Diabetes menggunakan Algoritma *Machine Learning* dan *Z-Score*”
- [15] F. Rizka Yudana, M. Suyanto, and A. Nasiri, “Model Klasifikasi Untuk Menentukan Kesiapan Kerja Mahasiswa Dan Kelulusan Tepat Waktu Dengan Metode *Machine Learning*,” vol. 1, no. 1, 2023, doi: 10.37680/ijitech.v1i1.xx.
- [16] J. Zhang, S. Jia, Z. Yu, and T. Huang, “*Learning Temporal-Ordered Representation for Spike Streams Based on Discrete Wavelet Transforms*,” 2023. [Online]. Available: www.aaai.org
- [17] D. Zhang *et al.*, “*Fast Fourier Transform (FFT) Using Flash Arrays for Noise Signal Processing*,” *IEEE Electron Device Letters*, vol. 43, no. 8, pp. 1207–1210, Aug. 2022, doi: 10.1109/LED.2022.3183111.
- [18] N. M. Francis, F. Pourahmadian, R. A. Lebensohn, and R. Dingreville, “*A fast Fourier transform-based solver for elastic micropolar composites*,” *Comput Methods Appl Mech Eng*, vol. 418, Jan. 2024, doi: 10.1016/j.cma.2023.116510.
- [19] I. Veza, A. Deniz Karaoglan, S. Akpinar, M. Spraggon, and M. Idris, “*Machine learning of weighted superposition attraction algorithm for optimization diesel engine performance and emission fueled with butanol-diesel biofuel*,” *Ain Shams Engineering Journal*, 2024, doi: 10.1016/j.asej.2024.103126.
- [20] D. Barhate, S. Pathak, B. K. Singh, A. Jain, and A. K. Dubey, “*A systematic review of machine learning and deep learning approaches in plant species detection*,” Dec. 01, 2024, *Elsevier B.V.* doi: 10.1016/j.atech.2024.100605.
- [21] V. M. Akhil, R. Satheesh, M. Ashmi, and C. D. Tawk, “*Lower Limb EMG Signal Analysis Using Scattering Transform and Support Vector Machine for Various Walking Conditions*,” *IEEE Access*, vol. 11, pp. 129566–129575, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3332664.

- [22] X. Yang and Y. Chai, “ECG Signal Processing and Automatic Classification Algorithms,” *International Journal of Crowd Science*, vol. 8, no. 3, pp. 122–129, Sep. 2024, doi: 10.26599/IJCS.2023.9100026.
- [23] J. Banjarnahor, F. Sinaga, D. S. Sitorus, W. A. A. Sitanggang, and M. Turnip, “Application of Decision Tree Method in ECG Signal Classification For Heart Disorder Detection,” *sinkron*, vol. 8, no. 2, pp. 1064–1072, Apr. 2024, doi: 10.33395/sinkron.v8i2.13596.
- [24] Prof. K. K. S. M. E. , M. Akshara Jayanthan M B1, “An Automated ECG Signal Diagnosing Methodology using Random Forest Classification with Quality Aware Techniques,” *International Journal of Trend in Scientific Research and Development*, vol. 4, no. 3, pp. 1174–1179, 2020.
- [25] Z. Kh. Abdul, A. K. Al-Talabani, C. M. Rahman, and S. M. Asaad, “Electrocardiogram Heartbeat Classification using Convolutional Neural Network-k Nearest Neighbor,” *ARO-THE SCIENTIFIC JOURNAL OF KOYA UNIVERSITY*, vol. 12, no. 1, pp. 61–67, Feb. 2024, doi: 10.14500/aro.11444.