

PERBANDINGAN ALGORITMA *K-NEAREST NEIGHBOR* (kNN) DAN
MODIFIED K-NEAREST NEIGHBOR (MkNN) UNTUK KLASIFIKASI
INFARK MIOKARD (SERANGAN JANTUNG) MELALUI SINYAL
ELEKTROKARDIOGRAM (EKG)

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Program Strata-1 Pada
Jurusan Teknik Informatika



Oleh:

Muhammad Khalifah Erian
NIM: 09021281924155

Jurusan Teknik Informatika
FAKULTAS ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS SRIWIJAYA
Tahun 2023

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

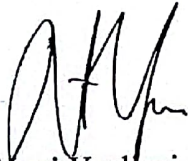
Perbandingan Algoritma *K-Nearest Neighbor* (kNN) dan *Modified K-Nearest Neighbor* (MkNN) untuk Klasifikasi Infark Miokard (Serangan jantung) Melalui Sinyal Elektrokardiogram (EKG)

Oleh:

Muhammad Khalifah Erian
NIM: 090121281924155

Palembang, 13 Januari 2023

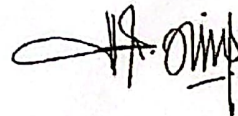
Pembimbing I



Novi Yusufiani, M.T.

NIP 198211082012122001

Pembimbing II

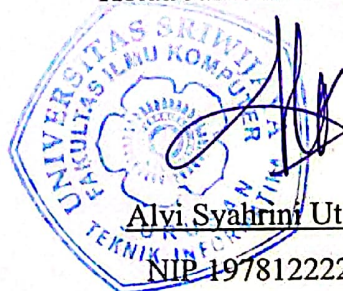


Annisa Darmawahyuni, M.Kom.

NIP 1671147006900002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Informatika



Alvi Syahrini Utami, M.Kom.

NIP 197812222006042003

TANDA LULUS UJIAN KOMPREHANSIF SKRIPSI

Pada hari Jumat tanggal 13 Januari 2023 telah dilaksanakan ujian komprehensif skripsi oleh Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu

Komputer Universitas Sriwijaya

Nama : Muhammad Khalifah Erian
NIM : 09021281924155
Judul : Perbandingan Algoritma *K-Nearest Neighbor* (kNN) dan *Modified K-Nearest Neighbor* (MkNN) untuk Klasifikasi Infark Miokard (Serangan jantung) Melalui Sinyal Elektrokardiogram (EKG)

dan dinyatakan LULUS

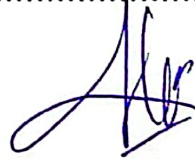
1. Ketua Penguji

Osvari Arsalan, M.T.
NIP 1601142806880003



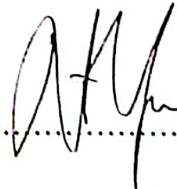
2. Penguji I

Alvi Syahrini Utami, M.Kom.
NIP 197812222006042003



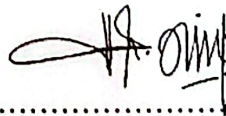
3. Pembimbing I

Novi Yusliani, M.T.
NIP 198211082012122001

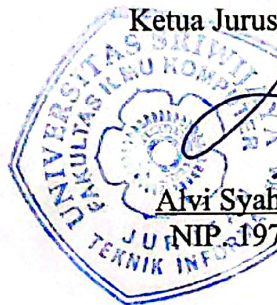


4. Pembimbing II

Annisa Darmawahyuni, M.Kom.
NIP 1671147006900002



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika



Alvi Syahrini Utami, M.Kom.
NIP 197812222006042003

HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Khalifah Erian
NIM : 09021281924155
Program Studi : Teknik Informatika Reguler
Judul : Perbandingan Algoritma *K-Nearest Neighbor* (kNN) dan *Modified K-Nearest Neighbor* (MkNN) untuk Klasifikasi Infark Miokard (Serangan jantung) Melalui Sinyal Elektrokardiogram (EKG)

Hasil Pengecekan *iThenticate/Turnitin*: 12%

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

Demikian, pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tidak ada paksaan oleh siapa pun.



Palembang, 04 Januari 2023
Penulis,



Muhammad Khalifah Erian
NIM 09021281924155

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“The dangerous man is the one who has only one idea, because then he'll fight and die for it.”

[As quoted in The New Yorker, April 25, 2011]”

— *Francis Crick*

“An object at rest remains at rest, and an object in motion remains in motion at constant speed and in a straight line unless acted on by an unbalanced force”

— *Isaac Newton*

Ku persembahkan karya tulis ini kepada:

- Allah Swt & Nabi Muhammad SAW
- Orang tua dan Keluargaku
- Teman seperjuanganku

COMPARISON OF K-NEAREST NEIGHBOR (kNN) AND MODIFIED K-NEAREST NEIGHBOR (MkNN) ALGORITHM FOR CLASSIFICATION OF MYOCARDIAL INFARCTION (HEART ATTACK) THROUGH ELECTROCARDIOGRAM (ECG)

**MUHAMMAD KHALIFAH ERIAN
09021281924155**

ABSTRACT

The k-Nearest Neighbor (kNN) algorithm is the simplest algorithm among machine learning algorithms, but the kNN algorithm has weaknesses, such as k values that can be easily confused with unimportant labels, which makes kNN accuracy not optimal. The Modified k-Nearest Neighbor (MkNN) algorithm can overcome kNN weaknesses by adding validation and weighting to the training sample. A myocardial infarction is a small incident of coronary heart disease and is often called a "Silent Heart attack." Even patients do not realize when they have a myocardial infarction. Myocardial infarction can be diagnosed using a simple tool called an electrocardiogram (ECG), which accurately diagnoses abnormalities in the cardiovascular sphere that can be monitored directly. This research aims to classify myocardial infarction and healthy control conditions through ECG signals. This research uses The PTB Diagnostic database, which contains 549 records from 290 patients. The results of the evaluation of the algorithm show Manhattan as the best distance metric calculation and MkNN superior with $k = 3$ as the best neighbor, resulting in an accuracy of 85.76%, and kNN with $k = 13$ with an accuracy of 85.252%. However, MkNN takes more computational time than kNN.

Keywords: *k-Nearest Neighbor, Modified k-Nearest Neighbor, ECG signal, Myocardial Infarction, Healthy Control, The PTB Diagnostic.*

**PERBANDINGAN ALGORITMA *K-NEAREST NEIGHBOR* (kNN) DAN
MODIFIED K-NEAREST NEIGHBOR (MkNN) UNTUK KLASIFIKASI
INFARK MIOKARD (SERANGAN JANTUNG) MELALUI SINYAL
ELEKTROKARDIOGRAM (EKG)**

**MUHAMMAD KHALIFAH ERIAN
09021281924155**

ABSTRAK

Algoritma *k-Nearest Neighbor* (kNN) merupakan algoritma yang paling sederhana diantara algoritma *machine learning* namun algoritma kNN memiliki kelemahan seperti nilai *k* yang bias mudah terkecoh dengan label yang tidak penting yang membuat akurasi kNN tidak maksimal. Algoritma *Modified k-Nearest Neighbor* (MkNN) dapat mengatasi kelemahan kNN dengan menambahkan validasi dan pembobotan pada sampel latih. Infark miokard merupakan kejadian penyakit jantung koroner yang kecil dan sering disebut *Silent Heart Attack*, bahkan pasien tidak menyadari ketika dirinya menderita infark miokard. Infark miokard dapat didiagnosis menggunakan alat sederhana bernama Elektrokardiogram (EKG) yang mendiagnosis secara akurat kelainan pada lingkup kardiovaskuler yang dapat dipantau secara langsung. Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasi infark miokard dan kondisi jantung sehat melalui sinyal EKG. Penelitian ini menggunakan Basis data The PTB Diagnostic berisi 549 catatan dari 290 pasien. Hasil evaluasi dari algoritma, menghasilkan *Manhattan* sebagai penghitungan metrik jarak terbaik, dan mendapatkan MkNN lebih unggul dengan nilai $k = 3$ sebagai tetangga terbaik, menghasilkan akurasi 85.76%, dan kNN dengan $k = 13$ dengan akurasi 85.252%. Namun, MkNN memakan waktu komputasi yang lebih banyak ketimbang kNN.

Kata Kunci: *k-Nearest Neighbor*, *Modified k-Nearest Neighbor*, sinyal EKG,
Infark miokard, jantung sehat, *The PTB Diagnostic*.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah Swt atas berkat, rahmat, dan Ridho-Nya yang telah diberikan kepada Penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul **“Perbandingan Algoritma *K-Nearest Neighbor* (kNN) dan *Modified K-Nearest Neighbor* (MkNN) untuk Klasifikasi Infark Miokard (Serangan jantung) Melalui Sinyal Elektrokardiogram (EKG)”**. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat guna menyelesaikan pendidikan program Strata-1 pada Fakultas Ilmu Komputer Program Studi Teknik Informatika di Universitas Sriwijaya.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini banyak pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Orang tua Saya yang telah memberikan dukungan penuh, doa, dan motivasi kepada saya, sedari saya kecil sampai sekarang.
2. Bapak Jaidan Jauhari, S.Pd., M.T. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Alvi Syahrini Utami, M.Kom. selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya serta sebagai dosen penguji yang telah memberikan masukan dan dorongan dalam proses pengerjaan Tugas Akhir.
4. Ibu Novi Yusliani, M.T. selaku Pembimbing Akademik dan dosen pembimbing I Tugas akhir yang telah mengarahkan dan membimbing penulis dalam proses pengerjaan Tugas Akhir.

5. Ibu Annisa Darmawahyuni, M.Kom selaku pembimbing II, yang telah membimbing, mengarahkan dan memberikan motivasi penulis dalam proses pengerjaan Tugas Akhir.
6. Bapak Osvari Arsalan, M.T. selaku dosen ketua penguji yang telah membantu proses jalanya sidang akhir hingga berjalan lancar.
7. Seluruh Tata Usaha Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya atas kemudahan administrasi yang telah diberikan.
8. Teman – teman dekat Penulis yang telah membantu dan selalu menolong di saat senang maupun susah.
9. Serta semua pihak yang telah membantu Penulis selama penyusunan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan disebabkan keterbatasan pengetahuan dan pengalaman, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk kemajuan penelitian selanjutnya. Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua.

Palembang, 13 Januari 2023

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
TANDA LULUS UJIAN KOMPREHANSIF SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	iv
ABSTRACT.....	vi
ABSTRAK.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1. Pendahuluan	I-1
1.2. Latar Belakang Masalah.....	I-1
1.3. Rumusan Masalah	I-4
1.4. Tujuan Penelitian.....	I-4
1.5. Manfaat Penelitian.....	I-5
1.6. Batasan Masalah.....	I-5
1.7. Sistematika Penulisan.....	I-6
1.8. Kesimpulan.....	I-7
BAB II KAJIAN LITERATUR	II-1
2.1. Pendahuluan	II-1
2.2 Sinyal Elektrokardiogram	II-1
2.3 Infark Miokard	II-2
2.4 <i>k-Nearest Neighbor</i>	II-3
2.5 <i>Modified k-Nearest Neighbor</i>	II-5
2.6 <i>Discrete Wavelet Transform</i>	II-8
2.8 Pengukuran Evaluasi	II-12
2.9 <i>Rational Unified Process (RUP)</i>	II-15
2.10 Penelitian Lain yang Relevan.....	II-17
2.9.1 Penelitian 1.....	II-17

2.9.2	Penelitian 2.....	II-18
2.9.3	Penelitian 3.....	II-18
2.10	Kesimpulan.....	II-19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		III-1
3.1.	Pendahuluan	III-1
3.2.	Pengumpulan Data	III-1
3.2.1.	Jenis dan Sumber Data.....	III-1
3.2.2.	Metode Pengumpulan Data.....	III-5
3.3.	Tahapan Penelitian	III-6
3.3.1.	Kerangka Kerja	III-6
3.3.2.	Menentukan Kriteria Pengujian	III-14
3.3.3.	Alat Bantu Penelitian	III-15
3.3.4.	Format Data Pengujian	III-16
3.3.5.	Pengujian Penelitian.....	III-16
3.3.6.	Analisis Hasil Pengujian Penelitian	III-17
3.4.	Metode Pengembangan Perangkat Lunak.....	III-17
3.5.	Manajemen Proyek Penelitian.....	III-18
3.6.	Kesimpulan.....	III-23
BAB IV PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK		IV-1
4.1.	Pendahuluan	IV-1
4.2.	Fase <i>Insepsi</i>	IV-1
4.2.1.	Pemodelan Bisnis.....	IV-1
4.2.2.	Menentukan <i>Requirement</i>	IV-2
4.2.3.	Kebutuhan sistem.....	IV-3
4.3.	Fase Elaborasi	IV-4
4.3.1.	Analisis Kebutuhan	IV-4
4.3.2.	Desain UML.....	IV-5
4.3.3.	Diagram <i>sequence</i>	IV-11
4.3.4.	Rancangan Tampilan Antar Muka	IV-14
4.4.	Fase Konstruksi	IV-15
4.4.1.	Implementasi <i>Preprocessing</i>	IV-15
4.4.2.	Implementasi Klasifikasi	IV-17
4.4.3.	Konstruksi Aplikasi	IV-19
4.4.4.	Implementasi Rancangan Tampilan Antar Muka	IV-22

4.5.	Fase Transisi.....	IV-25
4.5.1.	Rencana Pengujian <i>Use Case</i>	IV-25
4.5.2.	Pengujian <i>Use Case</i>	IV-27
4.5.3.	Hasil Pengujian <i>Use Case</i>	IV-28
4.6.	Kesimpulan.....	IV-31
BAB V HASIL DAN ANALISI PENELITIAN		V-1
5.1.	Pendahuluan	V-1
5.2.	Data Konfigurasi Penelitian	V-1
5.2.1.	Hasil Penelitian Algoritma <i>k-Nearest Neighbor</i>	V-2
5.2.2.	Hasil Penelitian Algoritma <i>Modified k-Nearest Neighbor</i>	V-5
5.2.3.	Hasil Penelitian Kedua Algoritma	V-8
5.3.	Analisis Hasil Penelitian	V-9
5.3.1.	Analisis Hasil Penelitian kNN	V-9
5.3.2.	Analisis Hasil Penelitian MkNN.....	V-10
5.4.	Kesimpulan.....	V-11
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		VI-1
6.1.	Kesimpulan.....	VI-1
6.2.	Saran.....	VI-2
DAFTAR PUSTAKA		xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....		xix

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel III-1. Basis data <i>The PTB Diagnostic</i> (Goldberger, et al., 2000).	III-2
Tabel III-2. Perbandingan Hasil SNR.....	III-9
Tabel III-3. Jumlah <i>Array</i> Untuk Setiap Label Setelah Segmentasi.....	III-11
Tabel III-4. Jumlah Nilai Untuk Setiap Variabel	III-13
Tabel III-5. Tabel <i>confussion Matrix</i> 3 Kelas.....	III-16
Tabel III-6. Tabel Nilai Performa Model	III-16
Tabel III-7. Tabel WBS Klasifikasi.....	III-19
Tabel IV-1. Kebutuhan Fungsional Perangkat Lunak.....	IV-3
Tabel IV-2. Kebutuhan Non Fungsional Perangkat Lunak.....	IV-4
Tabel IV-3. Definisi Aktor.....	IV-6
Tabel IV-4. Definisi <i>Use Case</i>	IV-6
Tabel IV-5. Skenario <i>Use Case Browse file</i>	IV-6
Tabel IV-6. Skenario <i>Use Case Preprocessing</i>	IV-8
Tabel IV-7. Skenario <i>Use Case</i> Menampilkan hasil <i>preprocessing</i>	IV-9
Tabel IV-8. Skenario <i>Use Case</i> klasifikasi	IV-9
Tabel IV-9. Skenario <i>Use Case</i> Evaluasi hasil klasifikasi.....	IV-10
Tabel IV-10. Implementasi Fungsi dan Prosedur <i>Preprocessing</i>	IV-16
Tabel IV-11. Implementasi Class <i>DistanceException</i>	IV-17
Tabel IV-12. Implementasi fungsi file <i>utils.py</i>	IV-17
Tabel IV-13. Implementasi Class <i>kNN</i> dan <i>MkNN</i>	IV-18
Tabel IV-14. Fungsi dan Prosedur Class <i>View</i>	IV-20
Tabel IV-15. Variabel Pada Class Model	IV-20
Tabel IV-16. Fungsi dan Prosedur Class Model	IV-20
Tabel IV-17. Variabel Pada Kelas <i>Controller</i>	IV-20
Tabel IV-18. Fungsi dan Prosedur Pada Kelas <i>Controller</i>	IV-21
Tabel IV-19. Fungsi <i>Router</i> dan Variabelnya	IV-21
Tabel IV-20. Rencana Pengujian <i>Use Case Browse File</i>	IV-25
Tabel IV-21. Rencana Pengujian <i>Use Case Preprocessing</i>	IV-26
Tabel IV-22. Rencana Pengujian <i>Use Case</i> hasil klasifikasi	IV-26
Tabel IV-23. Penyajian Hasil Pengujian <i>Use Case</i>	IV-27
Tabel IV-24. Hasil Pengujian <i>Use Case Browse file</i>	IV-28
Tabel IV-25. Hasil Pengujian <i>Use Case Preprocessing</i>	IV-29
Tabel IV-26. Hasil Pengujian <i>Use Case preprocessing</i>	IV-29

Tabel V-1. Hasil Pengujian algoritma kNN dengan <i>Euclidean</i>	V-3
Tabel V-2. Hasil Pengujian algoritma kNN dengan <i>Manhattan</i>	V-4
Tabel V-3. Hasil Pengujian algoritma MkNN dengan <i>Euclidean</i>	V-6
Tabel V-4. Hasil Pengujian algoritma MkNN dengan <i>Manhattan</i>	V-7
Tabel V-5. Perbandingan performa kNN dan MkNN	V-8

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar II-1. P, QRS, T, dan U – Wave pada pembacaan ECG.....	II-2
Gambar II-2. Morfologi Sinyal EKG (Goldberger, et al., 2000).	II-3
Gambar II-3. <i>Psudeo-Code</i> algoritma MKNN (Parvin et al., 2008).....	II-5
Gambar II-4. Model iterasi filter dekomposisi sinyal pada DWT.	II-9
Gambar II-5. Plot garis <i>hard</i> dan <i>soft threshold</i> (Aqil et al., 2017).....	II-11
Gambar II-6. Model iterasi rekonstruksi sinyal IDWT(Aqil et al., 2017).	II-11
Gambar II-7. <i>Confusion Matrix</i>	II-12
Gambar III-1. Sinyal lead II basis data <i>The PTB Diagnostic</i>	III-3
Gambar III-2. Sample <i>raw data</i> pasien s0010_re.heg.	III-4
Gambar III-3. Sample <i>raw data</i> pasien s0559.dat.	III-5
Gambar III-4. Diagram Kerangka Penelitian.....	III-7
Gambar III-5. Diagram Alur Tahapan <i>Preprocessing</i>	III-8
Gambar III- 6. Perbandingan Sinyal Infark miokard.	III-10
Gambar III-7. Perbandingan Sinyal EKG jantung normal.	III-11
Gambar III-8. Grafik Sinyal EKG Infark miokard.	III-12
Gambar III-9. Grafik Sinyal EKG jantung normal.	III-12
Gambar III-10. Diagram Proses RUP (Anwar, 2014).	III-18
Gambar IV-1. Diagram Alir Proses Kerja.....	IV-2
Gambar IV-2. Diagram <i>Use Case</i> Perangkat lunak yang Dikembangkan	IV-5
Gambar IV-3. Diagram <i>sequence Browse file</i>	IV-11
Gambar IV-4. Diagram <i>sequence</i> melakukan <i>Preprocessing</i>	IV-12
Gambar IV-5. Diagram <i>sequence</i> melakukan klasifikasi.....	IV-13
Gambar IV-6. Rancangan Tampilan Antar Muka <i>pra-input</i>	IV-14
Gambar IV-7. Rancangan Tampilan Antar Muka <i>postinput</i>	IV-15
Gambar IV-8. Tampilan Awal Aplikasi.....	IV-22
Gambar IV-9. Tampilan Perangkat Lunak Setelah <i>Input File</i>	IV-23
Gambar IV-10. Tampilan plot <i>preprocessing</i> sinyal EKG	IV-23
Gambar IV-11. Tampilan Perangkat Lunak Visualisasi Data <i>Preprocessing</i>	IV-24
Gambar IV-12. Tampilan Perangkat Lunak Hasil Klasifikasi Algoritma.....	IV-24

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Pendahuluan

Bab ini berisi pembahasan latar belakang dan penjelasan penelitian mengenai rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian beserta batasan masalah. Bab ini menjelaskan gambaran umum mengenai penelitian. Pendahuluan menjelaskan mengenai alasan perbandingan kedua algoritma, dilanjutkan dengan penjelasan objek yang digunakan pada penelitian. Serta menjelaskan penelitian terdahulu yang melatarbelakangi penelitian ini.

1.2. Latar Belakang Masalah

Algoritma *k-Nearest Neighbor* (kNN) merupakan algoritma *Machine Learning* dan diperkenalkan oleh Evelyn Fix dan Joseph Hodges yang mengklasifikasikan objek berdasarkan jarak antar data. KNN algoritma yang paling sederhana, algoritma ini hanya menghitung jarak antara dua titik dan melakukan voting terhadap label yang terbanyak, titik disini merupakan titik *training* dan titik *validation* (Yusra & Vitriani, 2016). Menurut penelitian (Bhatia, 2010), peneliti menyatakan bahwa kNN mempunyai beberapa kelemahan, yakni nilai k bias, memakan memori yang banyak, dan mudah tertipu label yang tidak berkaitan terhadap *validation* sebagai penyebab menurunnya akurasi algoritma.

Kelemahan kNN merupakan masalah bagi para peneliti dan banyak penelitian yang berusaha meningkatkan kinerja kNN dengan mengatasi kelemahan

kNN pada pengklasifikasian data. Salah satu tindakan untuk mengatasi kelemahan dari kNN, dengan membuat *Modified k-Nearest Neighbor* (MkNN). Algoritma MkNN dibuat dengan satu tujuan, yaitu mengatasi kelemahan dari algoritma kNN. kNN dan MkNN memiliki dasar proses yang sama, namun MkNN memiliki tambahan dua proses baru yakni menggunakan pengembangan dari kNN tradisional, algoritma modifikasi dari kNN ini disebut, proses penghitungan validitas dan *weight voting* berdasarkan validitas data, yang diharapkan dapat meningkatkan kinerja dari algoritma kNN tradisional.

Perbandingan metode menggunakan algoritma kNN dan MkNN telah dilakukan oleh (Gazalba et al., 2017). Tujuan perbandingan metode ini mencari kinerja algoritma yang lebih baik diantara kedua algoritma tersebut. Penelitian tersebut menghasilkan nilai MkNN yang lebih tinggi dibandingkan kNN, namun penelitian ini luput dari aspek waktu komputasi yang perlu dipertimbangkan pada perbandingan kNN dan MkNN mengingat MkNN memiliki 2 proses yang lebih banyak ketimbang kNN. Perbandingan kedua algoritma ini diperlukan untuk menilai kinerja kedua algoritma dan menguji apakah MkNN dapat mengatasi masalah dari permasalahan algoritma kNN tradisional. Berdasarkan pernyataan yang telah dijabarkan, algoritma kNN dan MkNN merupakan algoritma penghitungan sederhana yang dapat digunakan untuk klasifikasi data.

Machine Learning telah banyak digunakan pada bidang medis dan diaplikasikan mendiagnosis penyakit. Dalam mendiagnosa penyakit terdapat banyak algoritma yang dapat digunakan. Penelitian ini menggunakan algoritma

kNN dan MkNN yang merupakan bentuk modifikasi kNN, kedua algoritma tersebut merupakan alternatif pilihan yang tepat untuk mendiagnosa penyakit.

Berdasarkan *World Health Organization* (WHO), penyakit kardiovaskular merupakan penyumbang angka mortalitas tertinggi dan telah merenggut sekitar 17,9 nyawa setiap tahunnya. Jumlah data prevalensi penyakit jantung koroner di Indonesia tetap 1,5 persen sejak 2013 hingga 2018 (Kemenkes RI, 2021). Infark miokard mengacu pada kondisi patologis yang ditandai dengan penyumbatan aliran darah di jantung (Fatimah et al., 2021). Infark miokard merupakan bentuk paling berbahaya dibandingkan jenis penyakit jantung koroner lainnya dengan angka kematian yang paling tinggi (Darmawahyuni et al., 2019).

Infark miokard merupakan kematian sel miosit jantung yang disebabkan *Ischaemia*. *Ischaemia* dapat diidentifikasi melalui riwayat penyakit pasien dan melalui sinyal elektrokardiogram (EKG) (Thygesen et al., 2007). EKG merupakan alat sederhana dan akurat untuk mendiagnosis kelainan pada lingkup kardiovaskuler yang hasilnya dapat dipantau secara langsung sehingga dapat langsung dimengerti oleh orang awam pada bagian medis (Dharma, S., & SpJP, 2010). Sinyal EKG memiliki rentang sinyal relatif panjang yang berisi sekumpulan array bersifat informatif, dengan menggunakan algoritma *machine learning* kumpulan array yang panjang tersebut dapat diolah dengan efisien dan akurat. Berdasarkan uraian yang telah dijabarkan, penelitian ini melakukan perbandingan kinerja kNN dan MkNN untuk klasifikasi infak miokard melalui sinyal EKG. kNN dan MkNN merupakan pilihan sederhana ketika algoritma pengklasifikasi yang

paling akurat dalam prediksi penyakit jantung belum diketahui sampai saat ini (Muharrom & MANDIRI, 2019).

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan masalah yang telah dirangkum pada latar belakang, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana melakukan *preprocessing* data sinyal EKG untuk mengklasifikasi kondisi jantung normal dengan kondisi jantung infark miokard?
2. Bagaimana mengimplementasikan algoritma KNN dan MKNN untuk klasifikasi sinyal EKG?
3. Bagaimana hasil pengujian kinerja KNN dan MKNN untuk klasifikasi sinyal EKG?

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Melakukan proses *preprocessing* data sinyal EKG untuk mengklasifikasi kondisi jantung normal dengan kondisi jantung infark miokard.
2. Mengetahui kinerja algoritma kNN dan MkNN apakah dapat diimplementasikan untuk klasifikasi sinyal EKG.
3. Mengetahui kinerja algoritma kNN dan MkNN untuk klasifikasi sinyal EKG.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi bidang medis, penelitian ini dapat digunakan sebagai sistem memprediksi kondisi jantung normal dan kondisi jantung infark miokard.
2. Bagi peneliti, penelitian ini dapat menjadi rujukan dalam mengembangkan penelitian lebih lanjut mengenai klasifikasi sinyal EKG berbasis KNN ataupun MKNN.
3. Bagi bidang ilmu komputer, penelitian ini dapat menjawab masalah klasifikasi sinyal EKG berbasis KNN dan MKNN serta menjawab algoritma terbaik pada studi kasus klasifikasi EKG. Penelitian ini juga menjadi dasar untuk mengembangkan perangkat lunak klasifikasi pola sinyal EKG berbasis KNN ataupun MKNN.

1.6. Batasan Masalah

Agar ruang lingkup masalah pada penelitian ini jelas dan terhindar penyimpangan, batasan masalah penelitian ini sebagai berikut:

1. Sistem untuk mengklasifikasi kelainan jantung melalui sinyal EKG.
2. Penyakit jantung yang diklasifikasi terdiri atas jantung normal dan infark miokard.
3. Menggunakan Dataset berupa data sinyal elektrokardiogram dataset publik Physionet: *The Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) Diagnostic*

Database (A. Goldberger et al., 2000) . Dataset berisi 549 rekaman EKG yang meliputi 294 pasien.

4. *Preprocessing* sinyal EKG untuk penentuan *window size* adalah 4 detik berdasarkan penelitian (Darmawahyuni et al., 2019).
5. Hasil klasifikasi algoritma KNN dan MKNN dibandingkan.

1.7. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

BAB1. PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan batasan masalah, sekaligus sistematika penulisan sebagai dasar penelitian.

BAB II. KAJIAN LITERATUR

Bab ini mengupas teori yang dipakai pada penelitian, seperti definisi algoritma kNN, dan MkNN, serta definisi pengujian dan literatur kerangka proses pengembangan perangkat lunak.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas persiapan penelitian, dari pengumpulan data, tahapan penelitian, dan metode pengembangan perangkat lunak. Tahapan penelitian dibungkus dengan kerangka kerja yang dibuat.

BAB IV. PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK

Bab ini membahas tahapan pengembangan perangkat lunak berdasarkan kerangka kerja yang disetujui pada Bab III, dan ditutup dengan pengujian perangkat lunak.

BAB V. HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN

Bab ini membahas hasil dan analisis pengujian hasil berupa kesimpulan perbandingan kinerja algoritma yang diambil dari analisis pengujian.

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menarik kesimpulan berdasarkan hasil penelitian, dan memberikan saran terhadap penelitian yang selanjutnya guna mengembangkan penelitian.

1.8. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik berupa latar belakang masalah menguraikan rumusan masalah pada penelitian, tujuan dilakukannya penelitian, batasan permasalahan yang diteliti, serta sistematika penelitian skripsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Acharya, U. R., Fujita, H., Oh, S. L., Hagiwara, Y., Tan, J. H., & Adam, M. (2017). Application of deep convolutional neural network for automated detection of myocardial infarction using ECG signals. *Information Sciences*, 415–416, 190–198. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2017.06.027>
- Anwar, A. (2014). A Review of RUP (Rational Unified Process). *International Journal of Software Engineering*, 5(2), 8–24. <http://www.cscjournals.org/library/manuscriptinfo.php?mc=IJSE-142>
- Aqil, M., Jbari, A., & Bourouhou, A. (2017). ECG Signal Denoising by Discrete Wavelet Transform. *International Journal of Online Engineering*, 13(9).
- Baharuddin, M. M., Azis, H., & Hasanuddin, T. (2019). Analisis Performa Metode K-Nearest Neighbor Untuk Identifikasi Jenis Kaca. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 11(3), 269–274. <https://doi.org/10.33096/ilkom.v11i3.489.269-274>
- Bhatia, N. (2010). Survey of nearest neighbor techniques. *ArXiv Preprint ArXiv:1007.0085*.
- Biel, L., Pettersson, O., Philipson, L., & Wide, P. (2001). ECG analysis: a new approach in human identification. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 50(3), 808–812.
- Chen, H., & Maharatna, K. (2020). An automatic R and T peak detection method based on the combination of hierarchical clustering and discrete wavelet transform. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 24(10), 2825–2832.
- Cover, T. M., & Hart, P. E. (1967). Nearest Neighbor Pattern Classification. In *IEEE Transactions on Information Theory* (Vol. 13, Issue 1, pp. 21–27). <https://doi.org/10.1109/TIT.1967.1053964>
- Darmawahyuni, A., Nurmaini, S., Sukemi, Caesarendra, W., Bhayyu, V., Rachmatullah, M. N., & Firdaus. (2019). Deep Learning with a Recurrent Network Structure in the Sequence Modeling of Imbalanced Data for ECG-Rhythm Classifier. *Algorithms*, 12(6), 118. <https://doi.org/10.3390/a12060118>
- Dharma, S., & SpJP, F. I. H. A. (2010). *Sistematika Interpretasi EKG Pedoman Praktis. EGC*. Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Donoho, D. L., & Johnstone, J. M. (1994). Ideal spatial adaptation by wavelet shrinkage. *Biometrika*, 81(3), 425–455.
- Fahruzi, I. (2012). Deteksi Kelainan Jantung Premature Atrial Contractions (PACS) Berbasis Kombinasi Baseline Wander dan Denoising Menggunakan PR Interval. *Jurnal Integrasi*, 4(2), 194–199.
- Fatimah, B., Singh, P., Singhal, A., Pramanick, D., S., P., & Pachori, R. B. (2021). Efficient detection of myocardial infarction from single lead ECG signal. *Biomedical Signal Processing and Control*, 68, 102678.

<https://doi.org/10.1016/j.bspc.2021.102678>

- Gazalba, I., Reza, N. G. I., & others. (2017). Comparative analysis of k-nearest neighbor and modified k-nearest neighbor algorithm for data classification. *2017 2nd International Conferences on Information Technology, Information Systems and Electrical Engineering (ICITISEE)*, 294–298.
- Goldberger, A., Amaral, L., Glass, L., Hausdorff, J., Ivanov, P. C., Mark, R., ..., Stanley, & E., H. (2000). PhysioToolkit, and PhysioNet: Components of a new research resource for complex physiologic signals. *Circulation [Online]*, *101* (23), e215–e220. <https://doi.org/https://doi.org/10.13026/C28C71>
- Goldberger, A. L. (2012). *Clinical Electrocardiography: A Simplified Approach* (8th Editio). Elsevier Health Sciences.
- Hossin, M., & Sulaiman, M. N. (2015). A review on evaluation metrics for data classification evaluations. *International Journal of Data Mining \& Knowledge Management Process*, *5*(2), 1.
- Hsieh, C.-H., Li, Y.-S., Hwang, B.-J., & Hsiao, C.-H. (2020). Detection of atrial fibrillation using 1D convolutional neural network. *Sensors*, *20*(7), 2136.
- Kemendes RI. (2021). Penyakit Jantung Koroner Didominasi Masyarakat Kota – Sehat Negeriku. In *Kementerian Kesehatan Republik Indonesia* (p. 1). <https://sehatnegeriku.kemkes.go.id/baca/umum/20210927/5638626/penyakit-jantung-koroner-didominasi-masyarakat-kota/>
- Khambhati, V., & Patel, M. B. (2017). Extraction of a respiration rate from ECG signal using discrete wavelet transform during exercise. *Imperial J. Interdiscip. Res*, *3*(2), 1238–1241.
- Luz, E. J. da S., Schwartz, W. R., Cámara-Chávez, G., & Menotti, D. (2016). ECG-based heartbeat classification for arrhythmia detection: A survey. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, *127*, 144–164.
- Muharrom, M., & MANDIRI, N. (2019). KOMPARASI ALGORITMA KLASIFIKASI NAIVE BAYES DAN K-NEAREST NEIGHBORS UNTUK PREDIKSI PENYAKIT JANTUNG. *Syntax: Jurnal Informatika*, *8*(1), 44–56.
- Parvin, H., Alizadeh, H., & Minaei-bidgoli, B. (2008). MKNN: Modified K-Nearest Neighbor. *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science, WCECS*, 22–25.
- Schamroth, L. (1975). *The electrocardiology of coronary artery disease*.
- Thygesen, K., Alpert, J. S., White, H. D., Jaffe, A. S., Apple, F. S., Galvani, M., Katus, H. A., Newby, L. K., Ravkilde, J., Chaitman, B., Clemmensen, P. M., Dellborg, M., Hod, H., Porela, P., Underwood, R., Bax, J. J., Beller, G. A., Bonow, R., Van Der Wall, E. E., ... Al-Attar, N. (2007). Universal definition of myocardial infarction: Kristian Thygesen, Joseph S. Alpert and Harvey D. White on behalf of the Joint ESC/ACCF/AHA/WHF Task Force for the Redefinition of Myocardial Infarction. *European Heart Journal*, *28*(20), 2525–2538. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehm355>

- Yusra, D. O., & Vitriani, Y. (2016). Perbandingan Klasifikasi Tugas Akhir Mahasiswa Jurusan Teknik Informatika Menggunakan Metode Naïve Bayes Classifier dan K-Nearest Neighbor. *J. Sains, Teknol. Dan Ind*, 14(1), 79–85.
- Yusuf, S., Hawken, S., Ôunpuu, S., Dans, T., Avezum, A., Lanas, F., Mcqueen, M., Budaj, A., & Pais, P. (2005). Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries (the interheart study): Case-control study - Commentary. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation*, 25(1), 56–57. <https://doi.org/10.1097/00008483-200501000-00013>