

**OPTIMASI *FUZZY* TSUKAMOTO DALAM MENENTUKAN
PREDIKSI HASIL TINGKAT RISIKO PENYAKIT
JANTUNG MENGGUNAKAN ALGORITMA
*ARTIFICIAL BEE COLONY***

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



Oleh :

Benediktus Galih Pratama
NIM : 09021382126143

**Jurusan Teknik Informatika
FAKULTAS ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

Optimasi Fuzzy Tsukamoto dalam Menentukan Prediksi Hasil Tingkat Risiko Penyakit Jantung Menggunakan Algoritma Artificial Bee Colony

Sebagai salah satu syarat untuk penyelesaian studi di

Program Studi S1 Teknik Informatika

Oleh:

BENEDIKTUS GALIH PRATAMA

09021382126143

Pembimbing 1 : Dian Palupi Rini, M.Kom., Ph.D.
NIP. 197802232006042002

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Informatika



Hadipurnawan Satria, Ph.D

198004182020121001

TANDA LULUS UJIAN KOMPREHENSIF

Pada hari Kamis, tanggal 24 Juli 2025 telah dilaksanakan ujian komprehensif skripsi oleh Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya

Nama : Benediktus Galih Pratama

NIM : 09021382126143

Judul : Optimasi *Fuzzy* Tsukamoto dalam Menentukan Prediksi Hasil Tingkat Risiko Penyakit Jantung Menggunakan Algoritma *Artificial Bee Colony*

dan dinyatakan LULUS.

1. Ketua Penguji

Rifkie Primartha, M.T.

NIP. 197706012009121004



2. Penguji

Yunita, M.CS

NIP. 198306062015042002



3. Pembimbing

Dian Palupi Rini, M.Kom., Ph.D.

NIP. 197802232006042002



Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Informatika



Hadipurnawan Satria, Ph.D.

NIP. 198004182020121001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Benediktus Galih Pratama

NIM : 09021382126143

Program Studi : Teknik Informatika

Judul : Optimasi *Fuzzy* Tsukamoto dalam Menentukan Prediksi Hasil
Tingkat Risiko Penyakit Jantung Menggunakan Algoritma
Artificial Bee Colony

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin*: 2%

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

Demikian, pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tidak ada paksaan siapapun.



Palembang, 24 Juli 2025



Benediktus Galih Pratama

NIM. 09021382126143

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“ Ephesians 4:29

No foul language should come out of your mouths, but only such as is good for needed edification, that it may impart grace to those who hear.

Omnis sermo malus ex ore vestro non procedat: sed si quis bonus ad aedificationem fidei ut det gratiam audientibus. “

Karya Tulis ini Dipersembahkan Kepada

- **Orang Tua, Adik, dan Keluarga**
- **Dosen Pembimbing**
- **Teman-teman Seperjuangan**
- **Fakultas Ilmu Komputer**
- **Universitas Sriwijaya**

ABSTRACT

Heart disease is a common health problem. If not treated promptly, heart disease can have various impacts on a person's health, even causing death. To be able to prevent heart disease early, a method is needed that can determine whether a person is at risk of heart disease or not. This study can provide information about the risk of heart disease by determining predictions using the Fuzzy Tsukamoto method with Artificial Bee Colony optimization. The data studied amounted to 40 data, originating from the Heart Disease Dataset taken from Kaggle. To determine the prediction, 5 risk factor variables were used, namely age, cholesterol, blood sugar, blood pressure, and maximum heart rate. The results of the study showed a decrease in error value using Artificial Bee Colony optimization, namely with a MAPE (Mean Absolute Percentage Error) value from 42.43% to 36.28%. These results indicate that the Fuzzy Tsukamoto method optimized with Artificial Bee Colony can determine the prediction of the level of heart disease risk well.

Keywords: Heart Disease, *Fuzzy Inference System* Tsukamoto, *Artificial Bee Colony*

ABSTRAK

Penyakit jantung merupakan salah satu masalah kesehatan yang sering terjadi. Jika tidak ditangani dengan segera, penyakit jantung dapat menimbulkan berbagai dampak pada kesehatan seseorang, bahkan dapat menyebabkan kematian. Untuk dapat mencegah secara dini penyakit jantung, dibutuhkan suatu metode yang dapat menentukan apakah seseorang berisiko terkena penyakit jantung atau tidak. Penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai risiko penyakit jantung dengan menentukan prediksi menggunakan metode *Fuzzy* Tsukamoto dengan optimasi *Artificial Bee Colony*. Data yang diteliti berjumlah 40 data, berasal dari *Heart Disease Dataset* yang diambil dari *Kaggle*. Untuk menentukan prediksi tersebut, digunakan 5 variabel faktor risiko, yaitu usia, kolesterol, gula darah, tekanan darah, dan detak jantung maksimum. Dari hasil penelitian didapatkan penurunan nilai kesalahan dengan menggunakan optimasi *Artificial Bee Colony*, yaitu dengan nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) dari 42,43% ke 36,28%. Hasil ini menunjukkan bahwa metode *Fuzzy* Tsukamoto yang dioptimasi dengan *Artificial Bee Colony* dapat menentukan prediksi tingkat risiko penyakit jantung dengan baik.

Kata Kunci: Penyakit Jantung, *Fuzzy Inference System* Tsukamoto, *Artificial Bee Colony*

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus, Allah Tritunggal Mahakudus atas segala berkat dan rahmat-Nya sehingga skripsi yang berjudul **“Optimasi *Fuzzy* Tsukamoto dalam Menentukan Prediksi Hasil Tingkat Risiko Penyakit Jantung Menggunakan Algoritma *Artificial Bee Colony*”** telah selesai dilaksanakan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Sarjana (S1) Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

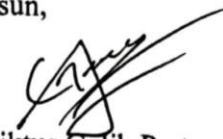
Dalam proses penulisannya, Penulis tidak terlepas dari berbagai hambatan. Namun, berkat bantuan serta dukungan dari berbagai pihak sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dan membantu dalam menyelesaikan skripsi, diantaranya:

1. Bapak Prof. Dr. Erwin, S.Si., M.Si. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Hadipurnawan Satria, Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dian Palupi Rini, M.Kom., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Skripsi.
4. Ibu Novi Yusliani, S.Kom., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
5. Seluruh Dosen Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya, khususnya Jurusan Teknik Informatika yang telah memberikan ilmu selama kuliah.
6. Seluruh staff dan pegawai Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
7. Orang tua dan saudara yang telah mendukung serta mendoakan Penyusun selalu dalam menyelesaikan skripsi.
8. Teman-teman baik Aul, Cin, Heru, Nanda, dan Rapi yang telah memberikan dukungan dalam menyelesaikan skripsi.
9. Seluruh teman kelas dan pihak yang membantu dan memberikan dukungan dalam menyelesaikan skripsi.

Dalam penulisan skripsi ini, Penulis menyadari masih banyak kekurangan yang perlu diperbaiki karena keterbatasan pengalaman dan pengetahuan. Maka dari itu, sangatlah berguna kritik dan saran yang dapat diberikan agar penelitian selanjutnya dapat lebih baik.

Palembang, 22 Juli 2025

Penyusun,



Benediktus Galih Pratama
NIM. 09021382126143

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	ii
TANDA LULUS UJIAN KOMPREHENSIF	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRACT	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv

BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Pendahuluan.....	I-1
1.2 Latar Belakang.....	I-1
1.3 Rumusan Masalah.....	I-3
1.4 Tujuan Penelitian.....	I-4
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-5
1.6 Batasan Permasalahan	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 Landasan Teori	II-1
2.2.1 Penyakit Jantung	II-1
2.2.2 Logika <i>Fuzzy</i>	II-4
2.2.2.1 Himpunan <i>Fuzzy</i>	II-4
2.2.2.2 Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy</i>	II-5
2.2.2.3 Fuzzy Inference System Tsukamoto	II-7
2.2.3 Artificial Bee Colony	II-10
2.2.4 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)	II-15
2.2.5 Scrum	II-16

2.3 Penelitian Lain yang Relevan	II-19
2.3.1 Diagnosa Resiko Penyakit Jantung Menggunakan Logika <i>Fuzzy</i> Metode <i>Tsukamoto</i>	II-19
2.3.2 Prediksi Harga Bitcoin Menggunakan Metode <i>Extreme Learning Machine</i> (ELM) dengan Optimasi <i>Artificial Bee Colony</i> (ABC)	II-20
2.3.3 Bee Colony Optimization Metaheuristic for Fuzzy Membership Functions Tuning	II-21
2.3.4 Rainfall Forecasting Using Neural Network With Bee Colony Optimization	II-21
2.4 Kesimpulan.....	II-22
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-2
3.3 Tahap Penelitian	III-2
3.3.1 Menetapkan Kerangka Kerja	III-3
3.3.1.1 Fuzzy Inference System Tsukamoto	III-4
3.3.1.2 Fuzzy Inference System Tsukamoto dan Artificial Bee Colony ..	III-17
3.3.1.3 Evaluasi.....	III-20
3.3.2 Menetapkan Kriteria Pengujian	III-20
3.3.3 Menetapkan Format Data Pengujian.....	III-21
3.3.4 Menentukan Alat yang Digunakan dalam Penelitian.....	III-22
3.3.5 Melakukan Pengujian Penelitian.....	III-23
3.3.6 Analisis Hasil Pengujian dan Kesimpulan	III-23
3.4 Metode Pengembangan Perangkat Lunak	III-24
3.4.1 Scrum	III-24
3.4.1.1 Product Backlog.....	III-25
3.4.1.2 Sprint Planning.....	III-25
3.4.1.3 Pelaksanaan <i>Sprint</i>	III-26
3.4.1.4 Sprint Review.....	III-26
3.4.1.5 Sprint Retrospective.....	III-26
3.4.1.6 Replikasi <i>Sprint</i>	III-27
3.5 Manajemen Proyek Perangkat Lunak.....	III-28
3.6 Kesimpulan.....	III-31

BAB IV PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK.....	IV-1
4.1 Pendahuluan.....	IV-1
4.2 Scrum.....	IV-1
4.2.1 Product Backlog.....	IV-1
4.2.1.1 Deskripsi Produk.....	IV-1
4.2.1.2 Analisis Kebutuhan Sistem	IV-2
4.2.1.3 Analisis Data.....	IV-3
4.2.1.4 Desain Sistem.....	IV-3
4.2.1.4.1 <i>Use Case Diagram</i>	IV-3
4.2.2 Sprint Planning.....	IV-10
4.2.2.1 Penentuan <i>Item Sprint</i>	IV-10
4.2.2.2 Perencanaan Waktu dan Tugas	IV-10
4.2.2.3 Desain Antarmuka Awal.....	IV-10
4.2.2.4 Diagram.....	IV-13
4.2.2.4.1 Activity Diagram	IV-13
4.2.2.4.2 Sequence Diagram	IV-15
4.2.3 Pelaksanaan <i>Sprint</i>	IV-16
4.2.3.1 Kebutuhan Sistem	IV-16
4.2.3.2 Diagram Kelas	IV-17
4.2.3.3 Penerapan Antarmuka	IV-17
4.2.4 Sprint Review.....	IV-19
4.2.4.1 Pengujian Sistem.....	IV-19
4.2.4.2 Analisis Hasil Pengujian	IV-22
4.2.4.3 Sprint Feedback	IV-22
4.2.5 Sprint Retrospective.....	IV-22
4.2.5.1 Evaluasi Proses Pengembangan.....	IV-22
4.2.6 Replikasi <i>Sprint</i>	IV-23
4.3 Kesimpulan.....	IV-23
BAB V HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN.....	V-1
5.1 Pendahuluan.....	V-1
5.2 Data Hasil Pengujian Penelitian	V-1
5.2.1 Konfigurasi Percobaan.....	V-1
5.2.2 Data Hasil Konfigurasi	V-2
5.2.2.1 Hasil Pengujian Metode FIS Tsukamoto	V-2

5.2.2.2 Hasil Pengujian Metode FIS Tsukamoto dan Artificial Bee Colony	V-5
5.3 Analisis Hasil Pengujian	V-10
5.3.1 Hasil Pengujian Prediksi Tingkat Risiko Penyakit Jantung Menggunakan Metode FIS Tsukamoto	V-11
5.3.2 Hasil Pengujian Prediksi Tingkat Risiko Penyakit Jantung Menggunakan Metode FIS Tsukamoto dan <i>Artificial Bee Colony</i>	V-11
5.3.3 Hasil Pengujian Prediksi Tingkat Risiko Penyakit Jantung Menggunakan Metode FIS Tsukamoto dan Metode FIS Tsukamoto dengan <i>Artificial Bee Colony</i>	V-11
5.4 Kesimpulan	V-13
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	VI-1
6.1 Pendahuluan	VI-1
6.2 Kesimpulan	VI-1
6.3 Saran	VI-2

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel III-1. Interval Himpunan <i>Fuzzy</i> Usia	III-4
Tabel III-2. Interval Himpunan <i>Fuzzy</i> Kolesterol.....	III-5
Tabel III-3. Interval Himpunan <i>Fuzzy</i> Gula Darah.....	III-6
Tabel III-4. Interval Himpunan <i>Fuzzy</i> Tekanan Darah.....	III-7
Tabel III-5. Interval Himpunan <i>Fuzzy</i> Detak Jantung Maksimum	III-9
Tabel III-6. Interval Himpunan <i>Fuzzy</i> Tingkat Risiko Penyakit Jantung	III-10
Tabel III-7. Aturan Inferensi <i>Fuzzy</i>	III-11
Tabel III-8. Skema Hasil Pengujian Jumlah Lebah	III-21
Tabel III-9. Skema Hasil Pengujian Jumlah Iterasi	III-21
Tabel III-10. Skema Hasil Perbandingan Fuzzy Inference System Tsukamoto dan Fuzzy Inference System Tsukamoto dengan Artificial Bee Colony	III-24
Tabel III-11. Rancangan Jadwal Penelitian dalam Bentuk Work Breakdown Structure (WBS).....	III-28
Tabel IV-1. Kebutuhan Fungsional	IV-2
Tabel IV-2. Kebutuhan Non-Fungsional.....	IV-2
Tabel IV-3. Definisi Aktor	IV-4
Tabel IV-4. Definisi Use Case	IV-4
Tabel IV-5. Skenario Use Case 1	IV-6
Tabel IV-6. Skenario Use Case 2	IV-8
Tabel IV-7. Hasil Pengujian Use Case 1	IV-20
Tabel IV-8. Hasil Pengujian Use Case 2.....	IV-21
Tabel V-1. Hasil Prediksi Tingkat Risiko Penyakit Jantung FIS Tsukamoto .	V-3
Tabel V-2. Hasil Pengujian Jumlah Lebah.....	V-6
Tabel V-3. Hasil Pengujian Jumlah Iterasi.....	V-9
Tabel V-4. Perbandingan Nilai MAPE dan Waktu Eksekusi FIS Tsukamoto dan FIS Tsukamoto dengan Artificial Bee Colony	V-12

DAFTAR GAMBAR

Gambar II-1. Representasi Kurva Linear Naik	II-5
Gambar II-2. Representasi Kurva Linear Turun	II-6
Gambar II-3. Representasi Kurva Segitiga	II-7
Gambar II-4. Diagram Alir Algoritma Artificial Bee Colony	II-11
Gambar III-1. Diagram Tahapan Penelitian.....	III-3
Gambar III-2. Kurva Fungsi Keanggotaan Variabel Usia	III-5
Gambar III-3. Kurva Fungsi Keanggotaan Variabel Kolesterol	III-6
Gambar III-4. Kurva Fungsi Keanggotaan Variabel Gula Darah	III-7
Gambar III-5. Kurva Fungsi Keanggotaan Variabel Tekanan Darah	III-8
Gambar III-6. Kurva Fungsi Keanggotaan Variabel Detak Jantung Maksimum	III-9
Gambar III-7. Kurva Fungsi Keanggotaan Variabel Output.....	III-11
Gambar III-8. Flowchart FIS Tsukamoto	III-16
Gambar III-9. Flowchart Hybrid FIS Tsukamoto dan Artificial Bee Colony	III-19
Gambar III-10. Tahapan Pengujian Penelitian.....	III-23
Gambar IV-1. Use Case Diagram.....	IV-3
Gambar IV-2. Rancangan Antarmuka Halaman FIS Tsukamoto 1	IV-11
Gambar IV-3. Rancangan Antarmuka Halaman FIS Tsukamoto 2.....	IV-11
Gambar IV-4. Rancangan Antarmuka Halaman FIS Tsukamoto dengan ABC 1	IV-12
Gambar IV-5. Rancangan Antarmuka Halaman FIS Tsukamoto dengan ABC 2	IV-12
Gambar IV-6. Activity Diagram FIS Tsukamoto menentukan prediksi tingkat risiko penyakit jantung	IV-13
Gambar IV-7. Activity Diagram FIS Tsukamoto dengan Artificial Bee Colony menentukan prediksi tingkat risiko penyakit jantung	IV-14
Gambar IV-8. Sequence Diagram FIS Tsukamoto dalam menentukan prediksi penyakit jantung	IV-15
Gambar IV-9. Sequence Diagram FIS Tsukamoto dengan Artificial Bee Colony dalam menentukan prediksi penyakit jantung	IV-15
Gambar IV-10. Class Diagram	IV-17
Gambar IV-11. Antarmuka FIS Tsukamoto 1	IV-18
Gambar IV-12. Antarmuka FIS Tsukamoto 2	IV-18
Gambar IV-13. Antarmuka FIS Tsukamoto dengan ABC 1	IV-18
Gambar IV-14. Antarmuka FIS Tsukamoto dengan ABC 2	IV-19
Gambar V-1. Grafik Rerata MAPE Pengujian Jumlah Lebah dengan 20 Iterasi	V-7
Gambar V-2. Grafik Rerata Waktu Eksekusi Pengujian Jumlah Lebah dengan 20 Iterasi	V-7
Gambar V-3. Grafik Rerata MAPE Pengujian Jumlah Iterasi dengan 30 Lebah	V-10
Gambar V-4. Grafik Rerata Waktu Eksekusi Pengujian Jumlah Iterasi dengan 30 Lebah.....	V-10

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Analisis Data

Lampiran 2: Analisis FIS Tsukamoto dengan Optimasi *Artificial Bee Colony*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pendahuluan

Bab pendahuluan membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, sistematika penulisan, dan yang terakhir kesimpulan. Pada bab ini, dijelaskan secara garis besar dalam penelitian yang dilakukan untuk menyelesaikan tugas akhir.

1.2 Latar Belakang

Penyakit jantung merupakan penyakit yang menduduki peringkat pertama dalam penyebab kematian tertinggi di seluruh dunia. Berdasarkan data WHO (*World Health Organization*) pada tahun 2023, orang yang meninggal dunia akibat penyakit jantung di seluruh dunia mencapai angka 17,9 juta manusia, yang termasuk ke dalam 32% penyebab kematian di seluruh dunia. Penyakit jantung juga menjadi penyakit tidak menular yang menyebabkan kematian tertinggi (Elfi, et al., 2021). Di Indonesia, kematian akibat penyakit jantung mencapai 651.481 penduduk per tahunnya (*Institute for Health Metrics and Evaluation, 2019*). Statistik ini menggambarkan bahwa penyakit jantung menjadi penyakit yang harus diwaspadai dan dicegah sedari dini.

Faktor penyebab yang memicu munculnya penyakit jantung bervariasi. Contohnya seperti usia, kebiasaan merokok, aktivitas fisik, obesitas, hingga riwayat penyakit keluarga. Namun, ada faktor-faktor yang paling memicu munculnya

penyakit jantung. Faktor penyebab tersebut meliputi usia, tekanan darah, dan gula darah (Tampubolon, et al., 2023). Selain itu, ada dua faktor penyebab yang cukup mempengaruhi timbulnya penyakit jantung yang meliputi kolesterol dan detak jantung maksimal (Santoso, M., et al., 2023). Kelima faktor penyebab yang paling memicu penyakit jantung ini merupakan faktor yang digunakan pada penelitian ini.

Banyak metode yang dapat digunakan dalam melakukan prediksi penyakit jantung sebagai upaya pencegahan, salah satunya dengan *Fuzzy Tsukamoto* (Al Hakim, et al., 2023). Metode ini cukup efektif, walaupun hasilnya beragam tetapi dominan menunjukkan hasil yang cukup baik. Hasil tersebut ditunjukkan pada penelitian sebelumnya, yaitu akurasi pengujian sebesar 83% (Athiyah, et al., 2021), dengan nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) sebesar 20.801% yang terbilang cukup baik (Annisa, 2023), dan akurasi sebesar 58% yang berarti hasil pada penelitian ini belum cukup baik (Al Hakim, et al., 2023). Penelitian lain dilakukan untuk menentukan status penularan *COVID-19* di Jawa Timur menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto* (Pratama, et al., 2022). Penelitian tersebut menunjukkan kecocokkan hasil prediksi dengan data aktual sebesar 95,51%. Ini menunjukkan bahwa metode *Fuzzy Tsukamoto* dapat digunakan untuk memprediksi penyakit. Hasil yang ditunjukkan beragam tetapi dominan menunjukkan hasil yang cukup baik. Namun terkadang masih timbul permasalahan pada batas-batas fungsi keanggotaan yang ditetapkan. Batas-batas fungsi keanggotaan yang ditentukan pakar seringkali tidak menemukan hasil yang paling optimal. Untuk mendapatkan batas fungsi keanggotaan yang paling optimal pada

prediksi hasil tingkat risiko penyakit jantung ini, dapat dilakukan optimasi (Anggraini. N., 2020).

Algoritma optimasi yang menjadi salah satu pilihan adalah Algoritma *Artificial Bee Colony* (Situmorang, N. K., et al., 2023). Algoritma *artificial bee colony* dapat menyelesaikan permasalahan optimasi dengan hasil yang baik (Nikolić, M., et al., 2020). Penelitian serupa juga pernah dilakukan untuk melakukan prediksi harga *bitcoin* menggunakan optimasi *artificial bee colony* yang akurasi mencapai 98% (Nurdiansyah, A., et al., 2019). Penelitian yang telah menghasilkan akurasi yang tinggi menunjukkan bahwa optimasi menggunakan *artificial bee colony* dapat memberikan hasil yang baik juga untuk menentukan hasil tingkat risiko penyakit jantung ini yang menggunakan metode *Fuzzy Inference System* Tsukamoto.

Berdasarkan uraian sebelumnya, maka dari itu peneliti akan menggunakan algoritma *artificial bee colony* untuk mengoptimasi derajat fungsi keanggotaan *fuzzy* tsukamoto dalam menentukan hasil tingkat risiko penyakit jantung yang bertujuan untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.

1.3 Rumusan Masalah

Latar belakang yang diuraikan sebelumnya membentuk suatu rumusan masalah mengenai tingkat risiko penyakit jantung yang dialami seseorang. Latar belakang permasalahan tersebut dijadikan sebagai dasar penulisan tugas akhir ini, yang mana membutuhkan suatu sistem menggunakan *fuzzy inference system* metode Tsukamoto dengan algoritma optimasi *Artificial Bee Colony* untuk

menentukan prediksi hasil tingkat risiko penyakit jantung. Maka dari itu, terbentuklah pertanyaan-pertanyaan peneliti sebagai berikut:

1. Bagaimana melakukan prediksi hasil tingkat risiko penyakit jantung menggunakan *fuzzy* metode Tsukamoto?
2. Bagaimana melakukan optimasi *fuzzy* metode Tsukamoto menggunakan algoritma *Artificial Bee Colony* dalam melakukan prediksi hasil tingkat risiko penyakit jantung?
3. Bagaimana perbedaan dan perbandingan nilai kesalahan (*error*) dalam melakukan prediksi hasil tingkat risiko penyakit jantung menggunakan *fuzzy* metode Tsukamoto sebelum dan sesudah dioptimasi menggunakan algoritma *Artificial Bee Colony*?

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui hasil prediksi tingkat risiko penyakit jantung menggunakan *fuzzy* metode Tsukamoto.
2. Mengetahui hasil prediksi hasil tingkat risiko penyakit jantung menggunakan optimasi *fuzzy* Tsukamoto menggunakan algoritma *Artificial Bee Colony*.
3. Mengetahui perbedaan dan perbandingan nilai kesalahan (*error*) dari hasil prediksi hasil tingkat risiko penyakit jantung menggunakan *fuzzy* Tsukamoto sebelum dan sesudah dioptimasi menggunakan algoritma *Artificial Bee Colony*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dari dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Dapat mengembangkan perangkat lunak yang dapat melakukan prediksi hasil tingkat risiko penyakit jantung menggunakan *fuzzy* Tsukamoto dengan optimasi *Artificial Bee Colony*.
2. Mengetahui hasil prediksi *Artificial Bee Colony* dalam melakukan prediksi hasil tingkat risiko penyakit jantung dengan menggunakan *fuzzy* Tsukamoto.
3. Mengetahui pengaruh optimasi yang dilakukan pada hasil prediksi tingkat risiko penyakit jantung terhadap nilai kesalahan (*error*) prediksi.
4. Memberikan kontribusi kepada masyarakat untuk mengetahui dan mencegah peningkatan risiko penyakit jantung mereka.

1.6 Batasan Permasalahan

Batasan permasalahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perangkat lunak yang dikembangkan merupakan sistem untuk mendapatkan hasil prediksi tingkat risiko penyakit jantung, tanpa memberikan pencegahan.
2. Variabel yang diteliti untuk prediksi tingkat risiko penyakit jantung berjumlah lima, yaitu usia, kolesterol, tekanan darah, gula darah, dan detak jantung maksimum.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Bab pertama ini menguraikan beberapa hal, yaitu latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan permasalahan, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan dalam penelitian tugas akhir.

BAB II. KAJIAN LITERATUR

Bab ini membahas dasar-dasar teori yang digunakan dalam penelitian, seperti *Fuzzy Tsukamoto*, *Algoritma Artificial Bee Colony*, penyakit jantung, metode pengembangan perangkat lunak *scrum*, dan penelitian lain yang berhubungan dengan penelitian ini.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ketiga ini menjelaskan mengenai tahap-tahap yang dilakukan dalam mengimplementasikan langkah-langkah penelitian secara rinci. Berjalannya penelitian ini didasarkan sesuai dengan kerangka kerja yang telah ditentukan.

BAB IV. PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK

Bab ini menguraikan tahap-tahap dalam mengembangkan perangkat lunak yang dibutuhkan. Proses pengembangan perangkat lunak dilakukan dari tahap awal hingga perangkat lunak selesai dikembangkan untuk ditampilkan hasilnya.

BAB V. HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai hasil yang diperoleh dari penelitian yang sudah dilakukan menggunakan perangkat lunak yang telah dikembangkan. Hasil

penelitian yang telah diuji akan dianalisis sehingga dapat dicapai sebuah kesimpulan dari penelitian ini.

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab terakhir ini menjelaskan mengenai kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian yang dilakukan, serta saran yang harapannya dapat digunakan untuk penelitian yang relevan dalam waktu kedepan.

1.8 Kesimpulan

Penelitian ini mengembangkan perangkat lunak yang menggunakan sistem inferensi *fuzzy tsukamoto* untuk menentukan hasil tingkat risiko penyakit jantung. Sistem inferensi *fuzzy* akan menentukan keluaran-keluaran berdasarkan variabel masukan dengan derajat fungsi keanggotaan tertentu dan aturan-aturan yang telah disusun oleh pakar di bidangnya. Adakala, derajat fungsi keanggotaan yang telah dibuat pakar tidak seefisien yang diperkirakan, sehingga dapat memengaruhi hasil menjadi kurang akurat. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan optimasi derajat fungsi keanggotaan pada *fuzzy tsukamoto* menggunakan algoritma *artificial bee colony* sehingga hasil perhitungannya dapat lebih optimal dalam menentukan hasil tingkat risiko penyakit jantung.

DAFTAR PUSTAKA

- Adoe, Y. A., Letelay, K., & Pandie, E. S. Y. (2022). Penerapan metode fuzzy tsukamoto dalam penentuan jumlah produksi roti (Studi kasus: Dwi Jaya Bakery Kupang). *Jurnal Diferensial*, 4(1), 21-34.
- Amanah, S. N., Noviani, E., & Yudhi, Y. (2022). Algoritma Artificial Bee Colony (Abc) Dalam Menyelesaikan Traveling Salesman Problem (TSP) Studi Kasus: Data Pelanggan Agen Surat Kabar Di Kota Singkawang. *Bimaster: Buletin Ilmiah Matematika, Statistika dan Terapannya*, 11(4).
- Anggraini, N. (2020). Penerapan Algoritma Artificial Immune System Untuk Menentukan Optimasi Batasan Fungsi Keanggotaan Fuzzy Tsukamoto Pada Kasus Prediksi Curah Hujan (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau).
- Antoni, I. D., & Findawati, Y. (2024). Implementasi Logika Fuzzy Untuk Menentukan Jumlah Produksi Roti Menggunakan Metode Tsukamoto. *SMATIKA JURNAL: STIKI Informatika Jurnal*, 14(01), 61-70.
- Aprianto, A., Kanedi, I., & Prahasti, P. (2023). Penerapan Metode Logika Fuzzy Dalam Analisis Kepuasan Mahasiswa Terhadap Sistem Perkuliahan Online. *Jurnal Media Infotama*, 19(2), 439-446.
- Astriratma, R., Santoni, M. M., & Irmanda, H. N. (2020). Spk Berbasis Web Menggunakan Logika Fuzzy Untuk Diagnosa Penyakit Jantung. *JSI: Jurnal Sistem Informasi (E-Journal)*, 12(2).
- Astuti, D. P. P., & Mashuri, M. (2020). Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto Dan Fuzzy Sugeno Dalam Penentuan Harga Jual Sepeda Motor Bekas (Studi Kasus: Showroom Mulyo Motor). *UNNES Journal of Mathematics*, 9(2), 74-78.
- Bakri, R., Rahma, A. N., Suryani, I., & Sari, Y. (2020). Penerapan Logika Fuzzy Dalam Menentukan Jumlah Peserta Bpjs Kesehatan Menggunakan Fuzzy Inference System Sugeno. *Jurnal Lebesgue: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika dan Statistika*, 1(3), 182-192.
- Basriati, S., Safitri, E., & Mat, M. (2020). Penerapan metode fuzzy tsukamoto dalam menentukan jumlah produksi tahu. *SITEKIN: Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, 18(1), 120-125.
- Bertalina, B., & Suryani, A. N. (2017). Hubungan Asupan Natrium, Gaya Hidup, dan Faktor Genetik dengan Tekanan Darah pada Penderita Penyakit Jantung Koroner. *Jurnal kesehatan*, 8(2), 240-249.

- Burhanuddin, A. (2023). Analisis Komparatif Inferensi Fuzzy Tsukamoto, mamdani dan Sugeno Terhadap Produktivitas Padi di Indonesia. LEDGER: Journal Informatic and Information Technology, 2(1), 48-57.
- Davvaz, B., Mukhlash, I., & Soleha, S. (2021). Himpunan Fuzzy dan Rough Sets. Limits: Journal of Mathematics and Its Applications, 18(1), 79-94.
- Desmonda, D., Tursina, T., & Irwansyah, M. A. (2018). Prediksi besaran curah hujan menggunakan metode fuzzy time series. JUSTIN (Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi), 6(4), 145-149.
- Elfi, E. F., Decroli, E., Nasrul, E., Yanwirasti, Y., & Darwin, E. (2021). The risk factors of coronary heart disease and its relationship with endothelial nitric oxide synthase. Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences, 9(B), 451-456.
- Faizal, M., & Anggraini, R. B. (2023). FAKTOR-FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN KEJADIAN PENYAKIT JANTUNG KORONER (PJK) Di RSUD Dr.(HC) Ir. SOEKARNO PROVINSI BANGKA BELITUNG TAHUN 2022. Jurnal Keperawatan, 12(1), 17-25.
- Fajri, D. M. N., Mahmudy, W. F., & Anggodo, Y. P. (2017, October). Optimization of FIS Tsukamoto using particle swarm optimization for dental disease identification. In *2017 International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems (ICACSIS)* (pp. 261-268). IEEE.
- Falatehan, A. I., Hidayat, N., & Brata, K. C. (2018). Sistem pakar diagnosis penyakit hati menggunakan metode fuzzy tsukamoto berbasis android. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, 2(8), 2373-2381.
- Farhan, D., & Sulianta, F. (2023). IMPLEMENTATION OF FUZZY TSUKAMOTO LOGIC TO DETERMINE THE NUMBER OF SEEDS KOI FISH IN THE SUKAMANAH CIANJUR FARMERS GROUP. Jurnal Teknik Informatika (Jutif), 4(1), 187-198.
- Firdiansyah, M. H., Suryaningsih, R., PD, S., & Jatmiko, S. W. (2014). Hubungan Antara Rasio Kadar Kolesterol Total Terhadap High-Density Lipoprotein (HDL) Dengan Kejadian Penyakit Jantung Koroner Di RSUD Dr. Moewardi (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Frihastuti, N., Supriyadi, S., & Surendra, M. (2018). Survei kadar gula darah lansia pada komunitas senam lansia di Kota Malang. Jurnal Sport Science, 6(1).
- Furqan, M., Nasution, Y. R., & Khairunnisa, K. (2022). Application of Artificial Bee Colony Algorithm to Optimize The Shortest Route to Distribute Clean

Water Pipes. JOMLAI: Journal of Machine Learning and Artificial Intelligence, 1(2), 125-132.

Ghani, L., Susilawati, M. D., & Novriani, H. (2016). Faktor risiko dominan penyakit jantung koroner di Indonesia. Buletin penelitian kesehatan, 44(3), 153-164.

Johanis, I., Hinga, I. A. T., & Sir, A. B. (2020). Faktor risiko hipertensi, merokok dan usia terhadap kejadian penyakit jantung koroner pada pasien di rsud prof. dr. wz johannes kupang. Media Kesehatan Masyarakat, 2(1), 33-40.

Karaboga D. An Idea Based on Honey Bee Swarm for Numerical Optimization. Erciyes University, Engineering Faculty, Computer Engineering Department: Technical Report TR-06; 2005.

Khairina, N. (2016). Analisis Fungsi Keanggotaan Fuzzy Tsukamoto Dalam Menentukan Status Kesehatan Tubuh Seseorang. Sinkron: jurnal dan penelitian teknik informatika, 1(1), 19-19.

Kharisma, B., & Santoso, N. (2020). Pengembangan Aplikasi Manajemen Proyek Perangkat Lunak Kolaboratif Menggunakan Scrum. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, 4(3), 723-732.

Kotimah, Q., Mahmudy, W. F., & Wijayaningrum, V. N. (2017). Optimization of Fuzzy Tsukamoto Membership Function using Genetic Algorithm to Determine the River Water. *International Journal of Electrical & Computer Engineering* (2088-8708), 7(5).

Kusuma, S. R., Hartati, R. S., & Sukerayasa, I. W. (2020). Pengaruh Jumlah Fungsi Keanggotaan pada Metode Fuzzy Logic Terhadap Hasil Peramalan Beban Listrik Jangka Panjang. Jurnal SPEKTRUM Vol, 7(1).

Logo, J. F. B., Wantoro, A., & Susanto, E. R. (2020). Model Berbasis Fuzzy Dengan Fis Tsukamoto Untuk Penentuan Besaran Gaji Karyawan Pada Perusahaan Swasta. Jurnal Teknoinfo, 14(2), 124-130.

Makhazhanova, U. T., Murzin, F. A., Mukhanova, A. A., & Abramov, E. P. (2020). Fuzzy logic of Zadeh and decision-making in the field of loan. Journal of theoretical and applied Information Technology, 98(06), 1076-1086.

Mardiana, A., Zaliluddin, D., & Fitriani, D. (2020). Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Keluarga Miskin Menggunakan Logika Fuzzy Tsukamoto. INFOTECH journal, 6(2), 24-29.

Supriyono, (2018). Penyakit Jantung Pengertian, Penanganan dan Pengobatan. Penerbit Kata Hati. Yogyakarta.

- Murnawan, M., Virgana, R. A. E., & Lestari, S. (2021). Comparison of Sugeno and Tsukamoto fuzzy inference system method for determining estimated production amount. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 12(8), 1467-1476.
- Naomi, W. S., Picauly, I., & Toy, S. M. (2021). Faktor Risiko Kejadian Penyakit Jantung Koroner. *Media Kesehatan Masyarakat*, 3(1), 99-107.
- Nikolić, M., Šelmić, M., Macura, D., & Čalić, J. (2020). Bee colony optimization metaheuristic for fuzzy membership functions tuning. *Expert Systems with Applications*, 158, 113601.
- Nurdiansyah, A., Furqon, M. T., & Rahayudi, B. (2019). Prediksi Harga Bitcoin Menggunakan Metode Extreme Learning Machine (ELM) dengan Optimasi Artificial Bee Colony (ABC). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 3(6), 5531-5539.
- Nugraha, E., Wibawa, A. P., Hakim, M. L., Kholifah, U., Dini, R. H., & Irwanto, M. R. (2019, November). Implementation of fuzzy tsukamoto method in decision support system of journal acceptance. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1280, No. 2, p. 022031). IOP Publishing.
- Noveandini, R., Wulandari, M. S., & Hakim, A. (2023, August). Penerapan Metode Scrum Pada Rancang Bangun Sistem Informasi Penjualan Toko Sepatu Rabbani Shoes. In *Prosiding Seminar SeNTIK* (Vol. 7, No. 1, pp. 208-215).
- Pasaribu, N. S., Hardinata, J. T., & Qurniawan, H. (2021). Application of the fuzzy tsukamoto method in determining household industry products. *Journal of Artificial Intelligence and Engineering Applications (JAIEA)*, 1(1), 71-75.
- Pradnyana, I. P. B. A., Soebroto, A. A., & Perdana, R. S. (2018). Peramalan Curah Hujan Menggunakan Metode Jaringan Saraf Tiruan Dengan Optimasi Algoritma Bee Colony. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 2(10), 3624-3631.
- Pradono, J., & Werdhasari, A. (2018). Faktor determinan penyakit jantung koroner pada kelompok umur 25-65 tahun di Kota Bogor, data kohor 2011-2012. *Buletin Penelitian Kesehatan*, 46(1), 23-34.
- Pratama, I. A. M., & Atmojo, S. (2022). Penentuan Status Penularan COVID-19 di Jawa Timur Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto. *JITSI: Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi*, 3(4), 129-136.

- Pratiwi, S. H., Sari, E. A., & Mirwanti, R. (2018). Faktor risiko penyakit jantung koroner pada masyarakat pangandaran. *Jurnal Keperawatan BSI*, 6(2), 176-183.
- Pure, M. I., Ma'arif, A., & Yudhana, A. (2021). Alat Deteksi Detak Jantung Pada Atlet Maraton Menggunakan Raspberry Pi 3B. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, 7(2), 282-290.
- Rizky, M., & Sugiarti, Y. (2022). Penggunaan metode scrum dalam pengembangan perangkat lunak: Literature review. *Journal of Computer Science and Engineering (JCSE)*, 3(1), 41-48.
- Ryandini, F. R. (2022). HUBUNGAN INDEKS MASSA TUBUH DENGAN KADAR KOLESTEROL TOTAL PENDERITA PENYAKIT JANTUNG KORONER. *Mitra Raflesia (Journal of Health Science)*, 14(1), 42-52.
- Santoso, M., Al-Akbar, B., Nurjaya, H., Ramadhan, S. A., Rizky, N. A., & Fadillah, A. (2023). Klasifikasi Potensi Penyakit Jantung Menggunakan Algoritma C4. 5. *Jurnal INSAN Journal of Information System Management Innovation*, 3(2), 96-103.
- Sinde, A. S. D. (2024). ANALISA KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI 20 KV PENYULANG GOLEWA DI PT. PLN (PERSERO) ULP BAJAWA MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC. *Jurnal JREEC–Volume*, 4(01).
- Situmorang, N. K., & Ahyaningsih, F. (2023). PENERAPAN ALGORITMA KOLONI LEBAH PADA PENJADWALAN PERAWAT DI RUMAH SAKIT UMUM PUSAT H. ADAM MALIK.
- Smeltzer, S.O. and Bare, B.G. (2010). *Brunner & Suddart Medical Surgical Nursing*. 12th edition. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins.
- Subanya, B., & Rajalaxmi, R. R. (2014). Artificial bee colony based feature selection for effective cardiovascular disease diagnosis. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 5(5), 606-612.
- Tampubolon, L. F., Ginting, A., & Turnip, F. E. S. (2023). Gambaran Faktor yang Mempengaruhi Kejadian Penyakit Jantung Koroner (PJK) di Pusat Jantung Terpadu (PJT). *Jurnal Ilmiah Permas: Jurnal Ilmiah STIKES Kendal*, 13(3), 1043-1052.
- Sumartini, S., Hayati, M. N., & Wahyuningsih, S. (2017). Peramalan Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Cheng. *EKSPONENSIAL*, 8(1), 51-56.

- Wardhani, L. K., & Haerani, E. (2011). Analisis pengaruh pemilihan fuzzy membership function terhadap output sebuah sistem fuzzy logic. In Seminar Nasional Teknologi Informasi Komunikasi dan Industri.
- Wulandari, A. N., & Samara, D. (2023). TEKANAN DARAH SISTOLIK LEBIH TINGGI PADA SORE DARIPADA PAGI HARI PADA USIA 45-65 TAHUN. Jurnal Penelitian dan Karya Ilmiah Lembaga Penelitian Universitas Trisakti, 377-386.
- Yıldız, Z., & Baba, A. F. (2014, April). Evaluation of student performance in laboratory applications using fuzzy decision support system model. In 2014 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON) (pp. 1023-1027). IEEE.
- Zahrawardani, D., Herlambang, K. S., & Anggraheny, H. D. (2012). Analisis faktor risiko kejadian penyakit jantung koroner di RSUP Dr Kariadi Semarang. Jurnal Kedokteran Muhammadiyah, 1(3).