

**OPTIMASI FUNGSI KEANGGOTAAN FUZZY TSUKAMOTO DALAM
MEMPREDIKSI CURAH HUJAN DI PROVINSI LAMPUNG
MENGUNAKAN ALGORITMA ARTIFICIAL BEE COLONY**

Diajukan untuk Menyusun Skripsi

di Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer UNSRI



Oleh:

NURSILA ALWI HUDORI
NIM: 09021281924059

**Jurusan Teknik Informatika
FAKULTAS ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**OPTIMASI FUNGSI KEANGGOTAAN FUZZY TSUKAMOTO DALAM
MEMPREDIKSI CURAH HUJAN DI PROVINSI LAMPUNG
MENGUNAKAN ALGORITMA *ARTIFICIAL BEE COLONY***

Oleh:

Nursila Alwi Hudori
NIM: 09021281924059

Palembang, 3 Mei 2024

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Informatika



Dr. M. Fachrurrozi, S.Si., M.T.
NIP. 198005222008121002

Pembimbing



Dian Palupi Riri, M.Kom., Ph.D.
NIP. 197802232006042002

TANDA LULUS UJIAN KOMPREHENSIF SKRIPSI

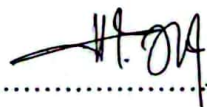
Pada hari Jumat tanggal 26 April 2024 telah dilaksanakan ujian komprehensif skripsi oleh Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya

Nama : Nursila Alwi Hudori
NIM : 09021281924059
Judul : Optimasi Fungsi Keanggotaan *Fuzzy* Tsukamoto Dalam Memprediksi Curah Hujan di Provinsi Lampung Menggunakan Algoritma *Artificial Bee Colony*

dan dinyatakan LULUS

1. Ketua Penguji

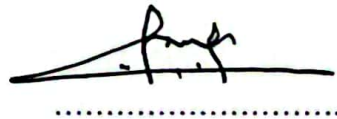
Annisa Darmawahyuni, M.Kom.
NIP. 199006302023212044



.....

2. Penguji

Dr Ermatita, M.Kom.
NIP. 196709132006042001



.....

3. Pembimbing

Dian Palupi Rini, M.Kom., Ph.D.
NIP. 197802232006042002



.....

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika



Dr. M. Fachrurrozi, S.Si., M.T.
NIP. 198005222008121002

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nursila Alwi Hudori
NIM : 09021281924059
Program Studi : Teknik Informatika Reguler
Judul : Optimasi Fungsi Keanggotaan *Fuzzy* Tsukamoto Dalam Memprediksi Curah Hujan di Provinsi Lampung Menggunakan Algoritma *Artificial Bee Colony*

Hasil Pengecekan *Software Turnitin*: 12%

Menyatakan bahwa laporan Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam laporan Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

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



Palembang, Maret 2024



Nursila Alwi Hudori
NIM. 09021281924059

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”

(Q.S. Al Insyirah: 5)

Kupersembahkan karya tulis ini kepada:

- Orang Tua dan keluarga
- Dosen Pembimbing
- Teman-teman seperjuangan
- Universitas Sriwijaya

**OPTIMIZATION OF TSUKAMOTO FUZZY MEMBERSHIP FUNCTION IN
PREDICTING RAINFALL IN LAMPUNG PROVINCE USING ARTIFICIAL
BEE COLONY ALGORITHM**

By:

**Nursila Alwi Hudori
09021281924059**

ABSTRACT

Rainfall is a natural phenomenon that plays an important role in various aspects of human life, such as agriculture, the environment, and water resource management. Accurate rainfall prediction is crucial for effective planning and decision-making. The complexity of rainfall and unpredictable climate changes make rainfall prediction challenging. Therefore, a prediction method capable of capturing and measuring the complexity of these climate changes is required. The Tsukamoto fuzzy method is one such method that can be used; however, predictions with this method often face difficulties in finding suitable membership functions for predicting specific problems, resulting in suboptimal prediction outcomes. To address this issue, a metaheuristic algorithm, the Artificial Bee Colony algorithm, was used to optimize the membership functions in the Tsukamoto fuzzy method. The results of the research showed that the prediction accuracy of the optimized Tsukamoto fuzzy method improved drastically, with MAPE decreasing from 96.25% to 27.60%.

Keywords: *Fuzzy Tsukamoto, Rainfall, Artificial Bee Colony Algorithm*

**OPTIMASI FUNGSI KEANGGOTAAN *FUZZY* TSUKAMOTO DALAM
MEMPREDIKSI CURAH HUJAN DI PROVINSI LAMPUNG
MENGUNAKAN ALGORITMA *ARTIFICIAL BEE COLONY***

Oleh:

**Nursila Alwi Hudori
09021281924059**

ABSTRAK

Curah hujan merupakan sebuah fenomena alam yang memiliki peranan penting terhadap berbagai aspek kehidupan manusia seperti pertanian, lingkungan, dan pengelolaan sumber daya air. Tingkatan prediksi curah hujan yang baik menjadi krusial untuk dilakukan dalam perencanaan dan pengambilan keputusan yang efektif ke depannya. Kompleksitas curah hujan dan perubahan iklim yang tidak menentu menjadikan prediksi curah hujan sulit untuk dilakukan, oleh karenanya diperlukan sebuah metode prediksi yang mampu untuk menangkap dan mengukur kompleksitas perubahan iklim tersebut. Metode *fuzzy* Tsukamoto menjadi salah satu metode yang dapat digunakan, akan tetapi prediksi dengan metode tersebut seringkali mengalami kesulitan dalam menemukan batasan fungsi yang cocok dalam memprediksi suatu permasalahan tertentu, sehingga mendapatkan hasil prediksi yang kurang optimal. Oleh sebab itu, digunakan sebuah algoritma metaheuristik yaitu algoritma *Artificial Bee Colony* untuk meningkatkan batasan fungsi pada metode *fuzzy* Tsukamoto tersebut. Dan hasil penelitian pada penggunaan metode *fuzzy* Tsukamoto yang dioptimasi dengan algoritma *Artificial Bee Colony* meningkat secara drastis, dari MAPE sebesar 96,25% menjadi 27,60%.

Kata Kunci: *Fuzzy* Tsukamoto, Curah Hujan, Algoritma *Artificial Bee Colony*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya telah diselesaikan penulisan Skripsi berjudul **“Optimasi Fungsi Keanggotaan *Fuzzy* Tsukamoto Dalam Memprediksi Curah Hujan Menggunakan Algoritma Artificial Bee Colony**” sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Strata-1 program studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Penulisan Skripsi ini tidak luput dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Erwin, S.Si., M.Si. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. M. Fachrurrozi, S.Si., M.T., dan sebelumnya, Ibu Alvi Syahrini Utami, M.Kom. selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dian Palupi Rini, M.Kom., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing dan Dosen PA yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam pengerjaan skripsi ini.
4. Seluruh Dosen dan Staf Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
5. Orang Tua dan keluarga penulis atas segala dukungan yang diberikan.

6. Aldi, Josie, Abdul, Alfath, Amos, Azizi, Friza, Assabil, Helmi dan teman-teman lain yang selalu bersedia memberikan dukungan dan bantuan dalam pengerjaan skripsi ini.

Palembang, Maret 2024

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
TANDA LULUS UJIAN KOMPREHENSIF SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRACT.....	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABLE.....	xvi
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-4
1.6 Batasan Masalah.....	I-4
1.7 Sitematika Penulisan	I-5
1.8 Kesimpulan	I-6
BAB II KAJIAN LITERATUR	II-1
2.1 Pendahuluan	II-1
2.2 Landasan Teori.....	II-1
2.2.1 Curah Hujan	II-1
2.2.2 Logika <i>Fuzzy</i>	II-2
2.2.2.1 Himpunan Fuzzy.....	II-2
2.2.2.2 Fungsi Keanggotaan	II-3
2.2.2.3 Operator Fuzzy	II-6
2.2.2.4 Fuzzy Inference System Tsukamoto.....	II-7
2.2.3 Algoritma <i>Artificial Bee Colony</i>	II-10
2.2.4 <i>Mean Absolute Percentage Error</i>	II-14

2.2.5	<i>Rational Unified Process (RUP)</i>	II-15
2.3	Penelitian Lain yang Relevan.....	II-17
2.3.1	Pemodelan <i>Fuzzy Inference System</i> Tsukamoto untuk Prediksi Curah Hujan Studi Kasus Kota Batu	II-17
2.3.2	Prediksi Harga Bitcoin Menggunakan Metode Extreme Learning Machine (ELM) dengan Optimasi Artificial Bee Colony (ABC).....	II-17
2.3.3	Peramalan Curah Hujan Menggunakan Metode Jaringan Saraf Tiruan Dengan Optimasi Algoritma Bee Colony	II-18
2.4	Kesimpulan	II-18
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-1
3.3	Tahapan Penelitian	III-1
3.3.1	Menetapkan Kerangka Kerja.....	III-2
3.3.1.1	Fuzzy Inference System Tsukamoto dan Artificial Bee Colony	III-2
3.3.1.2	Evaluasi.....	III-6
3.3.2	Menetapkan Kriteria Pengujian.....	III-6
3.3.3	Menetapkan Format Data Pengujian	III-6
3.3.4	Menentukan Alat yang Digunakan Dalam Penelitian	III-7
3.3.5	Melakukan Pengujian Penelitian.....	III-8
3.3.6	Analisis Hasil Pengujian dan Membuat Kesimpulan.....	III-8
3.4	Metode Pengembangan Perangkat Lunak	III-9
3.4.1	<i>Rational Unified Process (RUP)</i>	III-9
3.4.1.1	Fase Insepsi.....	III-10
3.4.1.2	Fase Elaborasi	III-10
3.4.1.3	Fase Konstruksi.....	III-11
3.4.1.4	Fase Transisi	III-12
3.5	Kesimpulan	III-12
BAB IV	PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK	IV-1
4.1	Pendahuluan	IV-1

4.2	Rational Unified Process	IV-1
4.2.1	Fase Insepsi	IV-1
4.2.1.1	Pemodelan Bisnis.....	IV-1
4.2.1.2	Kebutuhan Sistem	IV-2
4.2.1.3	Analisi dan Desain	IV-3
4.2.1.3.1	Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak	IV-3
4.2.1.3.2	Analisis Data	IV-4
4.2.1.3.3	Analisis Inisialisasi Nilai Solusi Awal	IV-12
4.2.1.3.4	Analisis Fuzzyfikasi.....	IV-15
4.2.1.3.5	Analisis Inferensi	IV-16
4.2.1.3.6	Analisis Proses Defuzzyfikasi	IV-24
4.2.1.3.7	Analisis Perhitungan Nilai MAPE	IV-27
4.2.1.3.8	Analisis Fase <i>Employed Bee</i>	IV-28
4.2.1.3.9	Analisis Fase <i>Onlooker Bee</i>	IV-30
4.2.1.3.10	Analisis Fase <i>Scout Bee</i>	IV-32
4.2.1.3.11	Desain <i>Software</i>	IV-33
4.2.2	Fase Elaborasi	IV-41
4.2.2.1	Pemodelan Bisnis.....	IV-41
4.2.2.1.1	Perancangan Data	IV-41
4.2.2.1.2	Perancangan Antarmuka.....	IV-42
4.2.2.2	Kebutuhan Sistem	IV-44
4.2.2.3	Diagram	IV-44
4.2.2.3.1	<i>Activity Diagram</i>	IV-44
4.2.2.3.2	<i>Squence Diagram</i>	IV-48
4.2.3	Fase Konstruksi	IV-49
4.2.3.1	Kebutuhan Sistem	IV-49
4.2.3.2	Diagram Kelas	IV-50
4.2.3.3	Implementasi.....	IV-51
4.2.3.3.1	Implementasi Kelas	IV-51
4.2.3.3.2	Implementasi Antarmuka	IV-52
4.2.4	Fase Transisi.....	IV-54
4.2.4.1	Pemodalan Binis	IV-54

4.2.4.2	Kebutuhan Sistem	IV-54
4.2.4.3	Rencana Pengujian.....	IV-55
4.2.4.4	Implementasi.....	IV-57
4.3	Kesimpulan	IV-60
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 Fuzzy Inference System Tsukamoto.....	V-2
5.2.2.2	Hasil Pengujian Fuzzy Tsukamoto dan Artificial Bee Colony	V-3
5.3	Analisis Hasil Pengujian	V-5
5.3.1	Hasil Pengujian Prediksi Curah Hujan Menggunakan <i>Fuzzy Inference System</i> Tsukamoto.....	V-5
5.3.2	Hasil Pengujian Metode <i>Fuzzy Inference System</i> Tsukamoto dan <i>Artificial Bee Colony</i>	V-6
5.3.3	Hasil Pengujian Metode <i>Fuzzy Inference System</i> Tsukamoto dan Metode <i>Fuzzy Inference System</i> Tsukamoto Dengan <i>Artificial Bee Colony</i>	V-6
5.4	Kesimpulan	V-8
BAB VI	Kesimpulan dan Saran.....	VI-1
6.1	Pendahuluan	VI-1
6.2	Kesimpulan	VI-1
6.3	Saran.....	VI-2
DAFTAR PUSTAKA	xviii

DAFTAR GAMBAR

Gambar II-1. Refresentasi Linear Naik	II-3
Gambar II-2. Refresentasi Linear Turun	II-4
Gambar II-3. Refresentasi Kurva Segitiga	II-5
Gambar II-4. Refresentasi Kurva Trapesium	II-5
Gambar II-5. Diagram Alir Fuzzy Infarance System Tsukamoto.....	II-9
Gambar II-6. Diagram Alir Algoritma <i>Artificial Bee Colony</i>	II-10
Gambar II-7. Model RUP.....	II-15
Gambar III-1. Diagram Tahapan Penelitian.....	III-2
Gambar III-2. <i>Flowchart Hybrid Fuzzy Tsukamoto dan Artificial Bee Colony</i>	III-5
Gambar III-3. Tahapan Pengujian Penelitian.....	III-8
Gambar IV-1. Fungsi Keanggotaan Variabel Suhu.....	IV-6
Gambar IV-2. Fungsi Keanggotaan Variabel Kelembapan Udara.....	IV-7
Gambar IV-3. Fungsi Keanggotaan Variabel Tekanan Udara	IV-8
Gambar IV-4. Fungsi Keanggotaan Variabel Kecepatan angin	IV-10
Gambar IV-5. Fungsi Keanggotaan Variabel Curah Hujan	IV-11
Gambar IV-6. Posisi Dimensi Pada Fungsi Keanggotaan Suhu	IV-12
Gambar IV-7. Posisi Dimensi Pada Fungsi Keanggotaan Kelembapan Udara.....	IV-13
Gambar IV-8. Posisi Dimensi Pada Fungsi Keanggotaan Tekanan Udara	IV-13
Gambar IV-9. Posisi Dimensi Pada Fungsi Keanggotaan Kecepatan Angin.....	IV-13
Gambar IV-10. Diagram Usecase	IV-33
Gambar IV-11. Rancangan Halaman <i>Home</i>	IV-42
Gambar IV-12. Rancangan Halaman <i>Dataset Forecasting Result</i>	IV-43
Gambar IV-13. Rancangan Halaman <i>Manual Forecasting</i>	IV-43
Gambar IV-14. Activity Diagram Fuzzy Tsukamoto Dalam Memprediksi Curah Hujan	IV-45
Gambar IV-15. <i>Activity Diagram Fuzzy Tsukamoto dan Algoritma ABC Dalam Memprediksi Curah Hujan</i>	IV-46
Gambar IV-16. <i>Activity Diagram Fuzzy Tsukamoto dan Algoritma ABC Dalam Memprediksi Curah Hujan yang Derajat Keanggotaannya Dibentuk Oleh Algoritma ABC</i>	IV-47
Gambar IV-17. Sequence Diagram FIS Tsukamoto Dalam Memprediksi Curah Hujan	IV-48
Gambar IV-18. Sequence Diagram FIS Tsukamoto dan Algoritma ABC Dalam Memprediksi Curah Hujan	IV-48
Gambar IV-19. Sequence Diagram FIS Tsukamoto Dalam Melakukan Prediksi Curah Hujan Berdasarkan Inputan Nilai Dari User Dengan Menggunakan Batas Fungsi Keanggotaan Dari Artificial Bee Colony	IV-49
Gambar IV-20. Diagram kelas perangkat lunak.....	IV-50

Gambar IV-21. Tampilan Antarmuka Halaman <i>Home</i>	IV-52
Gambar IV-22. Tampilan Antarmuka Halaman <i>Forecasting Result</i>	IV-53
Gambar IV-23. Tampilan Antarmuka Halaman <i>Manual Forecasting</i>	IV-53

DAFTAR TABLE

Tabel III-1. Rancangan Hasil Pengujian Jumlah Iterasi	III-7
Tabel III-2. Rancangan Hasil Pengujian Jumlah Lebah	III-7
Tabel III-3. Rancangan Hasil Perbandingan <i>Fuzzy</i> Tsukamoto dan <i>Fuzzy</i> Tsukamoto Dengan Algoritma <i>Artificial Bee Colony</i>	III-9
Tabel IV-1. Kebutuhan Fungsional Sistem	IV-3
Tabel IV-2. Kebutuhan Nonfungsional Sistem	IV-3
Tabel IV-3. Analisis Dataset Iklim	IV-5
Tabel IV-4. Interval Himpunan <i>Fuzzy</i> Variabel Suhu	IV-6
Tabel IV-5. Interval Himpunan <i>Fuzzy</i> Variabel Kelembapan Udara.....	IV-7
Tabel IV-6. Interval Himpunan <i>Fuzzy</i> Variabel Tekanan Udara	IV-8
Tabel IV-7. Interval Himpunan <i>Fuzzy</i> Variabel Tekanan Udara	IV-9
Tabel IV-8. Interval Himpunan <i>Fuzzy</i> Variabel Curah Hujan	IV-11
Tabel IV-9. Fungsi Keanggotaan Pakar	IV-12
Tabel IV-10. Sumber Makanan 1 yang Telah Dibangkitkan	IV-14
Tabel IV-11. Sumber Makanan 2 yang Telah Dibangkitkan	IV-15
Tabel IV-12. Nilai Input.....	IV-15
Tabel IV-13. <i>Fuzzification</i> Inputan Suhu	IV-15
Tabel IV-14. <i>Fuzzification</i> Inputan Kelembapan Udara	IV-16
Tabel IV-15. <i>Fuzzification</i> Inputan Tekanan Udara.....	IV-16
Tabel IV-16. <i>Fuzzification</i> Inputan Kecepatan Angin	IV-16
Tabel IV-17. Aturan Inferensi	IV-17
Tabel IV-18. Hasil Prediksi <i>Fuzzy</i> Tsukamoto Menggunakan Fungsi Keanggotaan Pakar.....	IV-25
Tabel IV-19. Hasil Prediksi <i>Fuzzy</i> Tsukamoto Menggunakan Fungsi Keanggotaan Sumber Makanan 1	IV-26
Tabel IV-20. Hasil Prediksi <i>Fuzzy</i> Tsukamoto Menggunakan Fungsi Keanggotaan Sumber Makanan 2	IV-27
Tabel IV-21. Sumber Makanan Baru 1 <i>Employed Bee</i>	IV-29
Tabel IV-22. Sumber Makanan Baru 2 <i>Employed Bee</i>	IV-29
Tabel IV-23. Sumber Makanan Baru 1 <i>Onlooker Bee</i>	IV-31
Tabel IV-24. Sumber Makanan Baru 2 <i>Onlooker Bee</i>	IV-31
Tabel IV-25. Definisi Aktor	IV-34
Tabel IV-26. Skenario <i>Usecase</i> 1	IV-36
Tabel IV-27. Skenario <i>Usecase</i> 2.....	IV-38
Tabel IV-28. Skenario <i>Usecase</i> 3.....	IV-40
Tabel IV-29. Implementasi Kelas	IV-51
Tabel IV-30. Rencana Pengujian <i>Usecase</i> 1	IV-55
Tabel IV-31. Rencana Pengujian <i>Usecase</i> 1	IV-56
Tabel IV-32. Rencana Pengujian <i>Usecase</i> 1	IV-56
Tabel IV-33. Hasil Pengujian <i>Usecase</i> 1	IV-57

Tabel IV-34. Hasil Pengujian <i>Usecase 2</i>	IV-58
Tabel IV-35. Hasil Pengujian <i>Usecase 3</i>	IV-59
Tabel V-1. Hasil Prediksi Curah Hujan <i>Fuzzy Tsukamoto</i>	V-2
Tabel V-2. Hasil Pengujian Jumlah Lebah.....	V-4
Tabel V-3. Hasil Pengujian Jumlah Iterasi.....	V-5
Tabel V-4. Perbandingan Nilai MAPE dan <i>Execution Time Fuzzy Tsukamoto</i> dan <i>Fuzzy Tsukamoto</i> Dengan Algoritma <i>Artificial Bee Colony</i>	V-7

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pendahuluan

Bab ini menguraikan tentang latar belakang, merumuskan masalah yang dihadapi, menetapkan tujuan penelitian, menjelaskan manfaat dari penelitian ini, menetapkan batasan-batasan yang relevan, menyusun sistematika penulisan yang akan diikuti, serta merangkum kesimpulan dari tugas akhir ini.

1.2 Latar Belakang

Curah hujan adalah faktor klimatologis yang memiliki dampak signifikan pada berbagai sektor kehidupan manusia, seperti pertanian, lingkungan, dan pengelolaan sumber daya air. Oleh karena itu, prediksi curah hujan menjadi krusial untuk mendukung perencanaan dan pengambilan keputusan yang efektif di tingkat lokal maupun regional (Gustari, et al., 2012). Pendekatan prediksi curah hujan yang seringkali menggunakan metode konvensional memiliki kelemahan yang terletak pada keterbatasan prediksi dalam menangkap kompleksitas perubahan iklim dan variasi lokal (Yuniar, et al., 2013).

Ada banyak jenis metode yang bisa digunakan peneliti dalam melakukan proses prediksi, salah satu metode yang umum digunakan adalah dengan menggunakan pendekatan logika *fuzzy* (Azmi, et al., 2018), penelitian yang dilakukan oleh (Muhandhis, et al., 2021) dalam memprediksi curah hujan menggunakan FIS Tsukamoto mendapati hasil RMSE yang sudah cukup baik yaitu 10,64%, dan pada Penelitian lain juga yang dilakukan oleh (Anjani & Marpaung,

2022) tentang perbandingan metode *fuzzy* Tsukamoto, Mamdani, dan Sugeno dalam memprediksi penentuan jumlah pemasukan beras mendapati hasil bahwa, metode *fuzzy* Tsukamoto memiliki hasil nilai *error* (MSE) terendah dibandingkan dengan dua metode yang lain yaitu dengan nilai *error* sebesar 1,26% untuk metode Tsukamoto, 3,34% untuk metode Mamdani, dan 3,34% untuk metode Sugeno.

Walaupun hasil penelitian diatas menunjukkan bahwa *fuzzy* Tsukamoto memperoleh hasil yang cukup baik dibandingkan dua metode yang lain, akan tetapi masalah yang seringkali muncul pada prediksi dengan menggunakan metode Tsukamoto adalah sulitnya menemukan batasan fungsi keanggotaan yang cocok untuk permasalahan tertentu (Armanda & Mahmudy, 2016). penelitian yang dilakukan oleh (Muhandhis, et al., 2021) dalam upaya melakukan prediksi curah hujan melalui penggunaan FIS Tsukamoto, terungkap bahwa hasil prediksi tersebut belum cukup akurat. Ini dikarenakan terdapat selisih yang cukup signifikan antara nilai data aktual dengan hasil yang diperoleh dari prediksi *fuzzy* Tsukamoto, yaitu masing-masing 191mm dan 86,6mm dengan nilai MAPE 10,64%. Oleh karena itu untuk mendapatkan hasil prediksi yang optimal, salah satu teknik yang bisa digunakan adalah dengan melakukan optimasi terhadap batas fungsi keanggotaan tersebut (Adelina, et al., 2018).

Algoritma *Artificial Bee Colony* menjadi salah satu algoritma optimasi yang umum digunakan peneliti dalam upaya untuk mengoptimalkan metode prediksi tertentu, seperti pada penelitian yang dilakukan oleh (Pradnyana et al. 2018) tentang peramalan curah hujan dengan menggunakan jaringan saraf tiruan yang dioptimalkan dengan menggunakan algoritma *Artificial Bee Colony* dihasilkan

bahwa, optimasi metode jaringan saraf tiruan *Backpropagation* dengan menggunakan algoritma *Artificial Bee Colony* menghasilkan nilai prediksi curah hujan yang cukup optimal dengan prediksi sebesar 95%, dan pada penelitian lain yang dilakukan oleh (Nurdiansyah et al. 2019) Mengenai optimasi metode *Extreme Learning Machine* dalam memprediksi harga *bitcoin* menggunakan algoritma *Bee Colony* mendapati hasil prediksi yang juga optimal yaitu sebesar 98%.

Berdasarkan uraian diatas, maka peneliti akan melakukan prediksi curah hujan khususnya di Provinsi Lampung menggunakan metode *Fuzzy Inference System* Tsukamoto yang fungsi keanggotaannya akan dioptimasi menggunakan algoritma *Artificial Bee Colony*.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat ditarik kesimpulan untuk rumusan masalah pada penelitian ini, yaitu apakah penerapan algoritma *Artificial Bee Colony* yang digunakan bisa mengoptimalkan fungsi keanggotaan *Fuzzy Inference System* Tsukamoto dalam memprediksi curah hujan di Provinsi Lampung?

Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, beberapa pertanyaan yang relevan dapat diajukan sebagai berikut:

1. Bagaimana langkah-langkah untuk mengimplementasikan algoritma *Artificial Bee Colony* dalam mengoptimalkan fungsi keanggotaan pada metode *Fuzzy Inference System* Tsukamoto dalam memprediksi curah hujan di Provinsi Lampung?

2. Menganalisis perbedaan antara prediksi curah hujan di Provinsi Lampung sebelum dan setelah dioptimalkan dengan menggunakan algoritma *Artificial Bee Colony*.

1.4 Tujuan Penelitian

Berikut adalah tujuan dilakukannya penelitian ini:

1. Membangun sebuah aplikasi yang menggunakan algoritma *Artificial Bee Colony* untuk meningkatkan optimasi dari fungsi keanggotaan FIS Tsukamoto dalam memprediksi curah hujan di Provinsi Lampung.
2. Menganalisis perbedaan hasil prediksi optimasi derajat keanggotaan FIS Tsukamoto menggunakan algoritma *Artificial Bee Colony* dengan FIS Tsukamoto tanpa dilakukan optimasi.

1.5 Manfaat Penelitian

Berikut adalah beberapa manfaat yang bisa diperoleh dari penelitian ini:

1. Mengetahui dampak algoritma optimasi dalam meningkatkan prediksi curah hujan di Provinsi Lampung.
2. Membantu masyarakat khususnya di Provinsi Lampung dalam memprediksi cuaca yang akan terjadi kedepannya.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan data sekunder yang bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Lampung, Data yang digunakan mencakup informasi

tentang kelembapan udara, tekanan udara, kecepatan angin, curah hujan, dan suhu di Provinsi Lampung setiap bulan dari Januari 2018 hingga Desember 2022.

1.7 Sitematika Penulisan

Pada penelitian ini sistematika penulisan yang disusun sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang penelitian, perumusan masalah yang dihadapi, tujuan dari penelitian ini, manfaat yang diharapkan dari penelitian ini, batasan-batasan yang relevan, ruang lingkup penelitian, metodologi yang akan digunakan, dan sistematika penulisan yang akan diikuti.

BAB II. KAJIAN LITERATUR

Bab ini menjelaskan tentang dasar teori yang menjadi landasan dalam penelitian, antara lain, FIS Tsukamoto, algoritma *Artificial Bee Colony*, *Rational Unified Process* (RUP), prediksi curah ujan, dan tinjauan pustaka terkait penelitian relevan lainnya yang dapat mendukung penelitian ini.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan langkah-langkah yang diperlukan untuk melaksanakan penelitian, di mana setiap tahapan proses penelitian akan dijabarkan secara rinci sesuai dengan kerangka kerja tertentu.

Selain itu, pada bab ini juga akan menyajikan proses rancangan manajemen proyek dalam pelaksanaan penelitian.

BAB IV. PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK

Pada bab ini akan membahas mengenai perancangan *software* yang akan digunakan sebagai alat untuk melakukan penelitian.

BAB V. HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN

Bab ini akan mengulas tentang output dan evaluasi yang diperoleh dari penelitian dengan menggunakan peralatan penelitian sesuai dengan rencana pengujian yang telah disusun.

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan menjelaskan kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan serta saran-saran yang diharapkan dapat diterapkan untuk penelitian selanjutnya.

1.8 Kesimpulan

Pada penelitian ini proses pengembangan perangkat lunak akan menggunakan metode *Fuzzy Inference System* Tsukamoto dalam memprediksi curah hujan di Provinsi Lampung. dimana untuk setiap variabel *fuzzy* memiliki fungsi keanggotaan dengan rentang nilai batas fungsi keanggotaan yang menentukan posisi keluaran dalam himpunan *fuzzy* yang dibentuk oleh sistem ini. Penentuan fungsi keanggotaan sendiri dilakukan oleh peneliti atau ahli, akan tetapi

seringkali hasil perhitungannya tidak mencapai tingkat yang optimal. Oleh sebab itu, untuk meningkatkan hasil perhitungan *Fuzzy Inference System* Tsukamoto, digunakan algoritma *metaheuristic* yaitu *Artificial Bee Colony* dalam mengoptimalkan fungsi keanggotaan FIS Tsukamoto dalam memprediksi curah hujan di Provinsi Lampung.

DAFTAR PUSTAKA

- Nasution, H. (2012). Implementasi Logika Fuzzy pada Sistem Kecerdasan Buatan. *jurnal ELKHA*, 4(2).
- 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.
- Alam, M. Z. (2013). Optimasi rute kendaraan dengan kapasitas menggunakan modifikasi algoritma artificial bee colony.
- Putriyani, K., Wahyuningrum, T., & Prasetyo, Y. D. (2021). Prediksi Jumlah Produksi Akibat Penyebaran Covid-19 Menggunakan Metode Fuzzy Takagi-Sugeno. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 5(2), 220-230.
- Abrori, M., & Primahayu, A. H. (2015). Aplikasi logika fuzzy metode mamdani dalam pengambilan keputusan penentuan jumlah produksi. *Kaunia: Integration and Interconnection Islam and Science Journal*, 11(2), 91-99.
- 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.
- Ula, M. (2014). Implementasi Logika Fuzzy Dalam Optimasi Jumlah Pengadaan Barang Menggunakan Metode Tsukamoto (Studi Kasus: Toko Kain My Text). *Jurnal Ecotipe (Electronic, Control, Telecommunication, Information, and Power Engineering)*, 1(2), 36-46.
- Ferdiansyah, Y., & Hidayat, N. (2018). Implementasi Metode Fuzzy-Tsukamoto Untuk Diagnosis Penyakit Pada Kelamin Laki Laki. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(12), 7516-7520.
- Anjani, F. A., & Marpaung, F. (2022). Perbandingan Metode Fuzzy Tsukamoto, Mamdani, dan Sugeno dalam Penentuan Jumlah Pemasukan Beras Optimum pada Perum Bulog Divisi Regional Sumatera Utara Kumpulan Artikel Ilmiah, Informatika, Statistik, Matematika dan Aplikasi, 8(1).
- Kurnianingtyas, A. D., Mahmudy, W. F., & Widodo, A. W. (2017). Optimasi Derajat Keanggotaan Fuzzy Tsukamoto Menggunakan Algoritma Genetika Untuk Diagnosis Penyakit Sapi Potong. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)* p-ISSN, 2355, 7699.

- Adelina, V., Ratnawati, D. E., & Fauzi, M. A. (2018). Klasifikasi tingkat risiko penyakit stroke menggunakan metode GA-Fuzzy Tsukamoto. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(9), 3015-3021.
- Gustari, I., Hadi, T. W., Hadi, S., & Renggono, F. (2012). Akurasi prediksi curah hujan harian operasional di Jabodetabek: Perbandingan dengan model WRF. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 13(2).
- Dwirani, F. (2019). Menentukan stasiun hujan dan curah hujan dengan metode polygon thiessen daerah kabupaten lebak. *Jurnal Lingkungan Dan Sumberdaya Alam (JURNALIS)*, 2(2), 139-146.
- Ritha, N., Bettiza, M., & Dufan, A. (2016). Prediksi Curah Hujan dengan Menggunakan Algoritma Levenberg-Marquardt dan Backpropagation. *Jurnal Sustainable: Jurnal Hasil Penelitian dan Industri Terapan*, 5(2), 11-16.
- 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.
- Pinem, N. S., & Utomo, D. P. (2020). Implementasi Fuzzy Logic Dengan Infrensi Tsukamoto Untuk Prediksi Jumlah Kemasan Produksi (Studi Kasus: PT. Sinar Sosro Medan). *Pelita Informatika: Informasi dan Informatika*, 9(1), 56-60.
- 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.
- Wardani, A. R., Nasution, Y. N., & Amijaya, F. D. T. (2017). Aplikasi Logika Fuzzy Dalam Mengoptimalkan Produksi Minyak Kelapa Sawit Di PT. Waru Kaltim Plantation Menggunakan Metode Mamdani.
- Komariyah, S., Yunus, R. M., & Rodiyansyah, S. F. (2016). Logika fuzzy dalam sistem pengambilan keputusan penerimaan beasiswa. *Proceeding Stima*.
- Permataliyanti, H. M. R. (2022). Penerapan *Fuzzy Inference System* dengan Metode Tsukamoto untuk Memprediksi Curah Hujan di Kabupaten Maros (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Fitri, A., & Mahmudy, W. F. (2017). Optimasi Keanggotaan Fuzzy Tsukamoto Menggunakan Algoritma Genetika pada Penentuan Prioritas Penerima Zakat. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 1(2), 125-138.

- Mahmudy, W. F., Marian, R. M., & Luong, L. H. (2013). Real coded genetic algorithms for solving flexible job-shop scheduling problem-Part II: Optimization. *Advanced Materials Research*, 701, 364-369.
- Syamhalim, A., Kusriani, K., & Prasetyo, A. B. (2021). Prediksi Jumlah Kendaraan Di Kota Tangerang Selatan Dengan Metode Algoritma Genetik. *jurnal BIT*, 18(1), 35-40.
- Hutahaean, D. J., Wardani, N. H., & Purnomo, W. (2019). Pengembangan Sistem Informasi Penyewaan Gedung Berbasis Web dengan Metode Rational Unified Process (RUP)(Studi Kasus: Wisma Rata Medan). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 3(6), 5789-5798.
- Andrian, R., Sakethi, D., & Chairuddin, M. (2016). Pengembangan Sistem Informasi Penelitian dan Pengabdian Dosen Jurusan Ilmu Komputer Menggunakan Metode Rational Unified Process (RUP). *Jurnal Komputasi*, 2(2).
- Wahyuni, I., & Ahda, F. A. I. (2018). Pemodelan *Fuzzy Inference System* tsukamoto untuk prediksi curah hujan studi kasus kota batu. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, 12(2), 115-124.
- Azizah, E. N., Cholissodin, I., & Mahmudy, W. F. (2015). Optimasi fungsi keanggotaan fuzzy tsukamoto menggunakan algoritma genetika untuk penentuan harga jual rumah. *Journal of Environmental Engineering and Sustainable Technology*, 2(2), 79-82.
- Reynaldi, R., Syafrizal, W., & Al Hakim, M. F. (2021). Analisis Perbandingan Akurasi Metode Fuzzy Tsukamoto dan Fuzzy Sugeno Dalam Prediksi Penentuan Harga Mobil Bekas. *Indonesian Journal of Mathematics and Natural Sciences*, 44(2), 73-80.