

**IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA DAN FUZZY TSUKAMOTO DALAM
PREDIKSI NILAI SKRIPSI
(STUDI KASUS : JURUSAN MANAJEMEN, UNIVERSITAS MARITIM
RAJA ALI HAJI)**

Sariuli Anna¹, Martaleli Bettiza², Alena Uperiati³
sariulianna@gmail.com

Program studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Maritim Raja Ali Haji

Abstract

A thesis is a scientific paper written by a student as one of the requirements for graduating from the Bachelor degree program (S1). Thesis is considered important because it is the final evaluation of students in studying in tertiary institutions. One indicator of students' success in completing their thesis is their understanding of the subjects that support their thesis. Therefore we need a system that can predict the value of the thesis so that it can be a benchmark and help in the process of improving the quality of learning. Based on these problems, this study uses a Genetic Algorithm to determine which subjects have an effect on the value of the thesis. Furthermore, with Fuzzy Tsukamoto, the value of the thesis will be predicted based on the influential subjects. From the trials conducted, the best parameters were population 65, generation 150, a combination of cr 0.7 and mr 0.2. Based on the results of three experiments with the Genetic Algorithm and Fuzzy Tsukamoto, the average RMSE error value is 5.494839313.

Keywords: Thesis, Genetic Algorithm, Fuzzy Tsukamoto

I. Pendahuluan

Skripsi merupakan karya ilmiah yang ditulis mahasiswa sebagai salah satu persyaratan lulus program sarjana srata 1 (S1). Dalam skripsi memadukan pengetahuan dan keterampilan dalam memahami, menganalisis, menggambarkan dan menjelaskan masalah yang berhubungan dengan mata kuliah yang telah diambil sebelumnya.

Berdasarkan penelitian terdahulu oleh Silha Wildania yang melakukan wawancara pada mahasiswa jurusan Manajemen Angkatan 2014 dan 2015 Universitas Maritim Raja Ali Haji, menyatakan bahwa terdapat mata kuliah yang berpengaruh dalam menentukan nilai skripsi. Mata kuliah tersebut adalah mata kuliah manajemen keuangan, manajemen sumberdaya manusia, manajemen pemasaran, akuntansi manajemen, pengantar bisnis, pengantar ilmu ekonomi makro dan pengantar ilmu ekonomi mikro. Dalam penelitian tersebut, penulis mengimplementasikan Algoritma Genetika dalam menentukan variabel bebas dalam prediksi nilai skripsi menggunakan Regresi Linear Berganda. Dalam penelitian tersebut dihasilkan, dengan metode Algoritma Genetika - regresi linear berganda mendapatkan rata-rata nilai error MAE sebesar 2.7620920388058, nilai ini berbeda dengan metode regresi linear berganda yang nilai error sebesar 2.7249085909408.

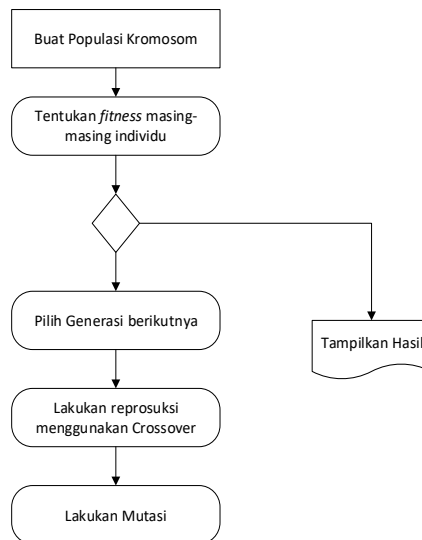
Berdasarkan permasalahan diatas maka penulis membuat sistem prediksi nilai skripsi dengan metode Algoritma Genetika untuk menentukan mata kuliah berpengaruh terhadap nilai skripsi. Kemudian *Fuzzy Tsukamoto* untuk memprediksi nilai skripsi berdasarkan penentuan mata kuliah berpengaruh dari perhitungan Algoritma Genetika. Sistem prediksi diharapkan

dapat membantu mahasiswa dalam meningkatkan nilai skripsi dan sebagai acuan dalam proses belajar mengajar karena dengan menerapkan prediksi pada nilai skripsi, dapat menjadi tolak ukur dan membantu dalam proses meningkatkan kualitas belajar.

II. Metode Penelitian

2.1 Algoritma Genetika

Algoritma Genetika adalah algoritma pencarian yang didasarkan pada mekanisme seleksi ilmiah dan genetika alamiah. Menurut Widodo, dkk (2014) Prinsip Algoritma Genetika dapat digambarkan dalam blok diagram dibawah ini.



Gambar 1 Blok Diagram Algoritma Genetika

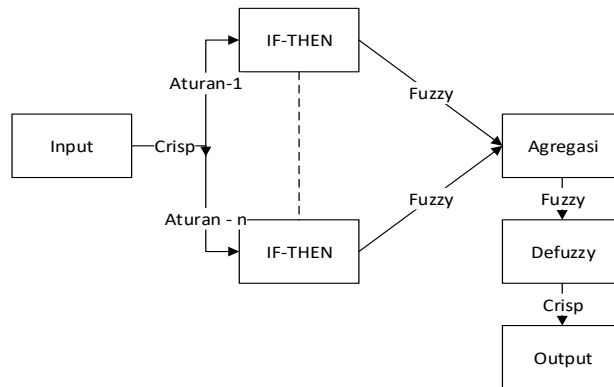
Dengan contoh pada gambar diatas , berikut ini didefinisikan prinsip Algoritma Genetika yang umum digunakan:

1. [Mulai] Menghasilkan populasi acak kromosom n (solusi yang cocok untuk masalah).
2. [Fitness] Evaluasi $f_{fitness}(x)$ dari setiap kromosom x dalam populasi .
3. [Populasi Baru] Buat populasi baru dengan mengulangi langkah-langkah berikut sampai populasi baru selesai.
 - [Seleksi] Pilih kromosom orang tua dari populasi sesuai dengan $fitness$ mereka ($fitness$ yang lebih baik, kesempatan lebih besar untuk dipilih).
 - [Crossover] Dengan $crossover$, probabilitas atas orang tua untuk membentuk keturunan baru *Offspring* (anak-anak), jika $crossover$ tidak dilakukan, keturunan merupakan salinan dari orang tua.
 - [Mutasi] Dengan probabilitas mutasi bermutasi keturunan baru pada setiap kromosom (populasi dalam kromosom).
 - [Menerima] Keturunan baru di populasi baru.
4. [Replace] Gunakan populasi yang dihasilkan baru untuk menjalankan lebih dari algoritma.
5. [Test] Jika kondisi akhir berhenti dan kembali solusi terbaik dalam populasi
6. [Loop] Kelangkah 2.

2.2 Fuzzy Tsukamoto

Fuzzy Tsukamoto atau *Fuzzy Inference System* adalah proses penggabungan banyak aturan berdasarkan data yang tersedia. Menurut Sri Kusumadewi dan Sri Hartati (2006) sistem inferensi *fuzzy* merupakan suatu kerangka komputasi yang didasarkan pada teori himpunan *fuzzy*, aturan

fuzzy yang berbentuk *IF-THEN*, dan penalaran *fuzzy*. Secara garis besar, diagram blok proses inferensi *fuzzy* terlihat pada Gambar 2 :

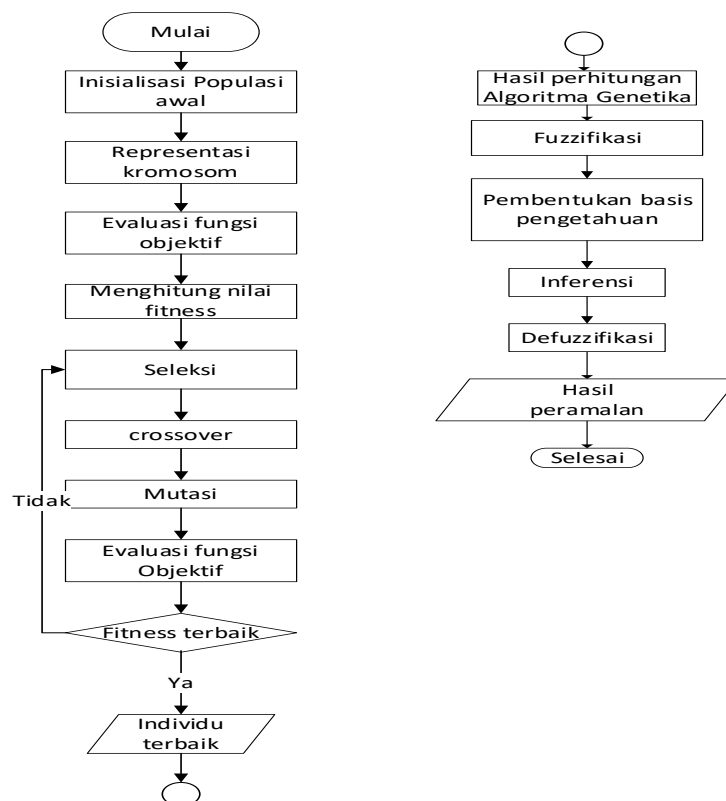


Gambar 2 Blok Diagram Logika Fuzzy Tsukamoto

Sistem inferensi *fuzzy* menerima input *crisp*. Input ini kemudian dikirim ke basis pengetahuan yang berisi n aturan *fuzzy* dalam bentuk *IF-THEN*. *Fire strength* (nilai keanggotaan anteseden atau α) akan dicari pada setiap aturan. Apabila aturan lebih dari satu, maka akan dilakukan agregasi semua aturan. Selanjutnya pada hasil agregasi akan dilakukan defuzzifikasi untuk mendapatkan nilai *crisp* sebagai output sistem.

2.3 Flowchart Algoritma Genetika – Fuzzy Tsukamoto

Perancangan Flowchart Algoritma Genetika – Fuzzy Tsukamoto digunakan untuk menggambarkan proses-proses atau tahapan-tahapan untuk mendapatkan hasil prediksi menggunakan Algoritma Genetika – Fuzzy Tsukamoto. Flowchart Algoritma Genetika – Fuzzy Tsukamoto dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1 Flowchart Algoritma Genetika – Fuzzy Tsukamoto

2.4 Alur Penyelesaian Algoritma Genetika – Fuzzy Tsukamoto

Data pada sistem prediksi nilai skripsi menggunakan data nilai mata kuliah mahasiswa jurusan Manajemen Universitas Maritim Ali Haji angkatan 2014 dan 2015 yang sudah melakukan sidang skripsi dan memiliki skripsi yang berjumlah 119 data. Data tersebut terdiri dari skripsi dan dinyatakan lulus sidang skripsi yang berjumlah 119 data. Data tersebut terdiri dari nilai mata kuliah akuntansi manajemen, pengantar ilmu ekonomi mikro, pengantar ilmu ekonomi makro, pengantar bisnis, pengantar manajemen sumberdaya manusia, pengantar manajemen pemasaran, pengantar manajemen keuangan dan disimbolkan dengan mk1, mk2, mk3, mk4, mk5, mk6, mk7.

1. Bangkitkan populasi awal

Dalam studi kasus ini, masing-masing gen merepresentasikan mata kuliah tertentu. Dan hanya mata kuliah yang memiliki bilangan biner 1 yang akan dipilih untuk dilakukan proses selanjutnya.

mk1 mk2 mk3 mk4 mk5 mk6 mk7

Kromosom[1]:

0	1	0	1	1	0	0
---	---	---	---	---	---	---

2. Menghitung Fungsi Objektif

mk1 mk2 mk3 mk4 mk5 mk6 mk7

Kromosom[1]:

0	1	0	1	1	0	0
---	---	---	---	---	---	---

Mata kuliah yang terpilih adalah mata kuliah yang mempunyai nilai biner 1. Pada kromosom 1, mata kuliah yang terpilih adalah mata kuliah dengan kode mk2, mk4, mk3, mk5.

Tabel 1 Fungsi Objektif Kromosom 1 Hasil Pembangkitan Kromosom Secara Random

ID	Keuangan	SDM	Bisnis	Rata-rata
M610014	78,8	88	85	83,93333333
M610015	90	88	85	87,66666667
M610024	76	84	85	81,66666667
M610025	85	84	63	77,33333333
M610034	78,8	88	85	83,93333333
M610044	78,8	85	85	82,93333333
M610055	85	85	68	79,33333333
M610064	82,8	84	85	83,93333333
M610065	90	87	85	87,33333333
M610074	78,8	88	85	83,93333333
Rata-rata keseluruhan				83,2

3. Menentukan fungsi fitness

Nilai fitness merupakan suatu ukuran baik tidaknya suatu solusi yang dinyatakan sebagai satu individu, atau dengan kata lain nilai *fitness* menyatakan nilai dari fungsi tujuan. Pada studi kasus ini, menghitung fungsi fitness menggunakan rumus = $\frac{1}{1+\text{fungsi objektif}}$

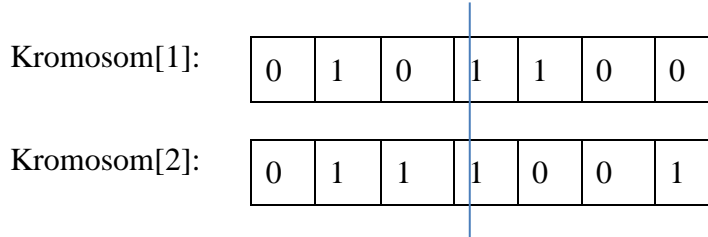
dimana fungsi objektif disini adalah nilai rata-rata keseluruhan.

4. Tournament selection

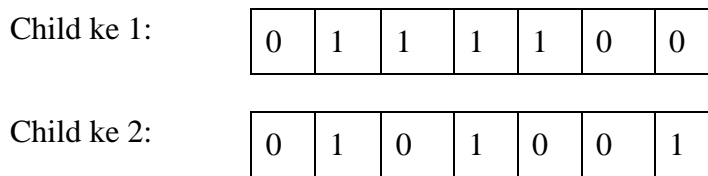
Pada seleksi dengan metode ini dilakukan dengan mengambil dua individu secara random dan kemudian menyeleksi salah satu yang bernilai fitness paling tinggi untuk menjadi orang tua pertama. Proses ini akan terus berulang sampai ditemukan dua kromosom induk.

5. Crossover

Setelah didapatkan dua individu orang tua, selanjutnya ditentukan titik pindah silang secara acak. Titik pindah silang adalah titik terjadinya pertukaran gen antar dua individu orang tua. Cara yang paling sederhana untuk melakukan pindah silang adalah pindah silang satu titik potong (one point crossover). Posisi titik potong dilakukan secara random.



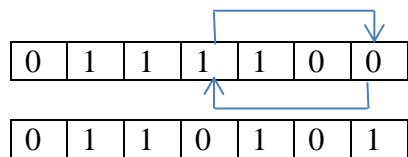
hasil pindah silang:



6. Mutasi

Mutasi adalah proses mengubah nilai gen. Mutasi yang digunakan yaitu random mutation. Untuk kode biner, mutasi dilakukan dengan cara membalik nilai bit 0 menjadi bit 1, sebaliknya bit 1 diubah menjadi bit 0.

Offspring =



7. Setelah didapatkan mata kuliah terpilih yang merupakan kromosom terbaik hasil dari proses algoritma genetika, proses selanjutnya yaitu prediksi nilai skripsi dengan fuzzy tsukamoto. Proses pertama adalah mencari nilai standard deviasi dari setiap kategori aturan penilaian

menggunakan rumus $= \sqrt{\frac{\sum(x_i - \mu)^2}{N}}$.

8. Lakukan perhitungan untuk mencari fungsi keanggotaan gaussian dengan rumus $= \frac{1}{1 + (\frac{x-\mu}{\sigma})^2}$.

9. Selanjutnya buat aturan basis pengetahuan berdasarkan jumlah mata kuliah yang dihasilkan dalam algoritma genetika. Jika 2 mata kuliah dengan kategori nilai lulus (A, A-, B, B-, C) maka aturan yang terbentuk sebanyak 100 aturan.

10. Lakukan perhitungan inferensi dengan mencari nilai z dengan aturan sebelumnya menggunakan fungsi MIN pada aplikasi fungsi implikasi.

11. Tahap terakhir adalah mengitung defuzzifikasi atau penegasan dengan menggunakan rumus =

$$\frac{\sum_{i=1}^n a_i \cdot z_i}{\sum_{i=1}^n a_i}$$

12. Root Mean Square (RMSE)

$$\text{Rumus Root Mean Square (RMSE)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2}{n}}$$

Keterangan:

N = jumlah data

P_i = Nilai Prediksi

O_i = Nilai aktual (*Real*)

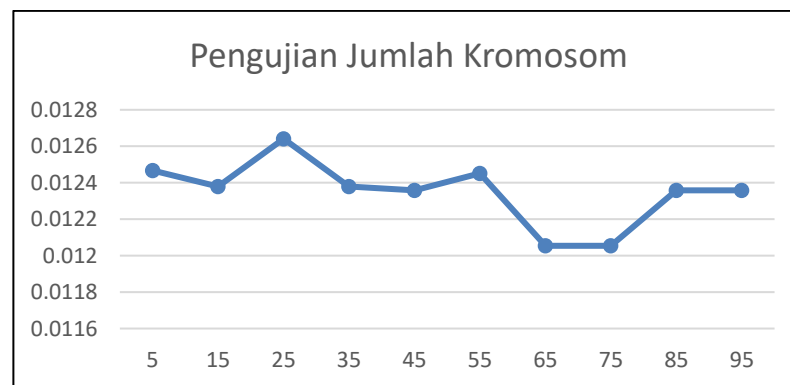
III. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini, akan dilakukan beberapa uji coba untuk mendapatkan solusi terbaik. Uji coba dilakukan dengan mencari parameter algoritma genetika yang dapat menghasilkan fitness terbaik. Parameter algoritma genetika tersebut nantinya akan digunakan untuk variabel dalam prediksi dengan fuzzy tsukamoto.

Pengujian dilakukan dengan cara menjalankan sistem yang sudah dibuat berdasarkan perancangan. Pengujian tersebut diantaranya pengujian jumlah generasi, pengujian jumlah kromosom, pengujian kombinasi nilai crossover rate (cr) dan mutation rate (mr), pengujian fuzzy tsukamoto serta pengujian algoritma genetika – fuzzy tsukamoto.

a. Pengujian Jumlah Kromosom

Pengujian jumlah kromosom ini bertujuan untuk mengetahui jumlah kromosom yang optimal dengan mengacu dari hasil rata-rata fitness terbaik pada permasalahan prediksi nilai skripsi. Nilai yang digunakan pada pengujian jumlah kromosom adalah 5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95. Sedangkan nilai parameter lain yang digunakan untuk pengujian $cr = 0,75$, $mr = 0,25$, generasi = 100. Hasil pengujian jumlah kromosom seperti Gambar 2 dibawah ini.



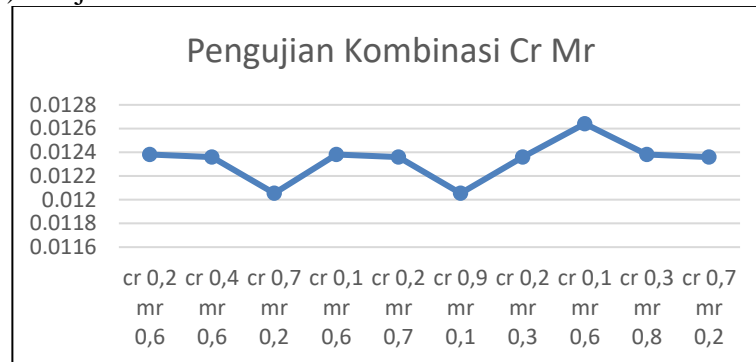
Gambar 2 Pengujian Jumlah Kromosom

Gambar di atas merupakan grafik rata-rata fitness dari hasil pengujian jumlah kromosom dengan 3 kali percobaan. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa fitness terbaik dihasilkan dari 65 kromosom dengan nilai fitness 0.0011054. Hal ini dapat disimpulkan bahwa jumlah kromosom yang besar tidak selalu memberikan hasil yang optimal.

b. Pengujian Kombinasi Nilai *Crossover Rate* dan *Mutation Rate*

Pengujian kombinasi crossover rate (cr) dan mutation rate (mr) bertujuan untuk mendapatkan kombinasi crossover dan mutation rate yang optimal dengan nilai fitness terbaik. Pada pengujian ini kombinasi crossover rate dan mutation rate pada sistem ini rentang 0,1 – 1 yang

digunakan adalah 0,2:0,6, 0,8:0,3, 0,4:0,6, 0,1:0,6, 0,2:0,7, 0,9:0,1, 0,2:0,3, 0,1:0,6, 0,3:0,8, 0,7:0,2. Menggunakan hasil uji coba jumlah kromosom terbaik pada pengujian sebelumnya yaitu 65 kromosom Pengujian kombinasi crossover rate (cr) dan mutation rate (mr) ini masing-masing dilakukan sebanyak 3 kali. Hasil pengujian kombinasi crossover rate (cr) dan mutation rate (mr) disajikan dalam bentuk Gambar 3 di bawah ini.

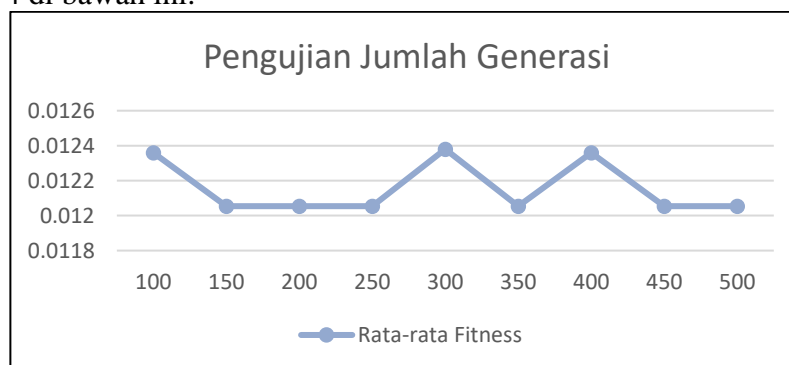


Gambar 3 Pengujian Kombinasi Crossover Rate (cr) dan Mutation Rate (mr)

Gambar di atas merupakan grafik rata-rata fitness dari hasil pengujian kombinasi crossover rate (cr) dan mutation rate (mr) dengan 3 kali percobaan. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa fitness terbaik dihasilkan dari kombinasi crossover rate (cr) 0.7 dan mutation rate (mr) 0.2 dengan nilai fitness sebesar 0.012054.

c. Pengujian Jumlah Generasi

Pengujian banyaknya generasi ini dilakukan untuk mengetahui ukuran generasi yang optimal berdasarkan hasil rata-rata fitness terbaik. Banyak generasi yang akan dilakukan dengan kelipatan 50 mulai dari 100 generasi sampai 500 generasi. Menggunakan hasil uji coba jumlah kromosom terbaik pada pengujian sebelumnya yaitu 65 kromosom, nilai crossover rate dan mutation rate yang digunakan yaitu 0,7:0,2. Pengujian jumlah generasi ini masing-masing dilakukan sebanyak 3 kali. Hasil pengujian jumlah generasi disajikan dalam bentuk Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4 Pengujian Jumlah Generasi

Gambar di atas merupakan grafik rata-rata fitness dari hasil pengujian banyaknya generasi dengan 3 kali percobaan. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa fitness terbaik dihasilkan dari 150 generasi dengan nilai fitness 0.0012054.

d. Analisa Hasil Pengujian Algoritma Genetika – Fuzzy Tsukamoto

Dari hasil uji coba parameter algoritma genetika yang dilakukan masing-masing sebanyak 3 kali percobaan diperoleh jumlah populasi yang terbaik adalah pada saat jumlah populasinya

sebesar 65 dengan nilai rata-rata fitnessnya adalah 0.0012054. Sedangkan jumlah generasi terbaik adalah sebanyak 150 generasi dengan nilai fitness 0.0012054. Dan kombinasi terbaik untuk nilai crossover rate dan mutation rate adalah 0,7 dan 0,2 dimana nilai fitness yang didapatkan sebesar 0.0012054.

Selanjutnya dilakukan pengujian regresi linier berganda sebanyak tiga kali dengan menggunakan parameter hasil uji terbaik pada proses Algoritma Genetika. Dari tiga kali pengujian didapatkan hasil bahwa prediksi nilai skripsi melalui fuzzy tsukamoto dan menggunakan algoritma genetika untuk menentukan mata kuliah berpengaruh memiliki tingkat error lebih besar dibandingkan prediksi menggunakan fuzzy tsukamoto. Hal tersebut dapat dilihat di Tabel 2 dibawah ini:

Tabel 2 Hasil Perbandingan Nilai RMSE

Metode		RMSE
Fuzzy Tsukamoto		3,29234034
AG – Fuzzy Tsukamoto	Percobaan 1	7,854283367
	Percobaan 2	4,696728287
	Percobaan 3	3,30218712
Rata-Rata RMSE AG – Fuzzy Tsukamoto		5.494839313

Meskipun nilai error RMSE yang dihasilkan dengan Algoritma Genetika lebih besar namun mata kuliah yang terpilih lebih sedikit. Hal ini dikarenakan Algoritma Genetika hanya digunakan untuk menentukan parameter terpilih dan tidak digunakan untuk membangun fungsi keanggotaan Fuzzy Tsukamoto.

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil tiga kali percobaan metode Algoritma Genetika – Fuzzy Tsukamoto mendapatkan nilai terbaik untuk jumlah kromosom 65, kombinasi cr 0,7 dan mr 0,2, dan generasi 150 dengan rata-rata nilai error RMSE sebesar 5.494839313. Nilai ini berbeda dengan metode Fuzzy Tsukamoto yang nilai error sebesar 3,29234034. Hal tersebut dikarenakan Algoritma Genetika hanya digunakan untuk menentukan parameter mata kuliah yang berpengaruh terhadap nilai skripsi namun tidak membangun dalam proses perhitungan prediksi dengan Fuzzy Tsukamoto seperti, untuk membangun fungsi keanggotaan.

Pada kasus prediksi nilai skripsi melalui Fuzzy Tsukamoto dan Algoritma Genetika untuk menentukan parameter mata kuliah berpengaruh memberikan hasil yang kurang optimal. Namun, dengan Algoritma Genetika dalam penentuan mata kuliah yang berpengaruh dapat mempermudah dalam prediksi skripsi karena parameter yang dihitung lebih sedikit.

V. Daftar Pustaka

- Budiharto, Widodo., Suhartono, Darwin. 2014. *Artificial Intelligence Konsep dan Penerapannya*. Yogyakarta: C.V Andi Offset.
- Fitri, Alfiani., Mahmudy, Wayan. F., 2017. Optimasi Keanggotaan Fuzzy Tsukamoto Menggunakan Algoritma Genetika pada Penentuan Prioritas Penerima Zakat. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer e-ISSN, 2548, 964X*.
- Hikmawati, Zahra. S., Arifudin, R., & Alamsyah, A., 2017. *Prediction The Number of Dengue Hemorrhagic Fever Patients Using Fuzzy Tsukamoto Method at Public Health Service of Purbalingga. Scientific Journal of Informatics, 4(2), 115-124*.

- Ispandi, I., & Wahono, R. S., 2015. Penerapan Algoritma Genetika Untuk Optimasi Parameter pada Support Vector Machine untuk Meningkatkan Prediksi Pemasaran Langsung. *Journal of Intelligent Systems*, 1(2), 115-119.
- Kusumadewi, Sri., Hartati, S., Harjoko, A., Wardoyo, R. 2006. Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (FUZZY MADM). Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Mahmudy, WF, Marian, RM & Luong,. 2012, *Solving part type selection and loading problem in flexible manufacturing system using real coded genetic algorithms – Part II: optimization*, *International Conference on Control, Automation and Robotics*, Singapore, 12-14 September 2012, World Academy of Science, Engineering and Technology, pp. 706-710.
- Muzayyanah, Iklila., Mahmudy, W. F., & Cholissodin, I., 2014. Penentuan persediaan bahan baku dan membantu target marketing industri dengan metode fuzzy inference system tsukamoto. *DORO: Repository Jurnal Mahasiswa PTIK*, Universitas Brawijaya, Malang.
- Nhita, Fhira., Adiwijaya., 2013. *A rainfall forecasting using fuzzy system based on genetic algorithm. International Conference of Information and Communication Technology (ICoICT)* (pp. 111-115). IEEE.
- Rifki Setya Armandal, W. F. M. F. (2016). *Penerapan Algoritma Genetika Untuk Penentuan Batasan Fungsi Kenggotaan Fuzzy Tsukamoto Pada Kasus Peramalan Permintaan Barang*. 311714409(December). <https://doi.org/10.25126/jtiik.201633201>.
- Suhartono, Entot., 2015. Optimasi penjadwalan mata kuliah dengan algoritma genetika (studi kasus di amik jtc semarang). *INFOKAM*, 11(5).
- Suyanto. 2011. *Artificial Intelligence Searching Reasoning Planning dan Learning*. Bandung: Informatika Bandung.
- Wahono, R. S. (2015). Penerapan Algoritma Genetika untuk Optimasi Parameter pada Support Vector Machine untuk Meningkatkan Prediksi Pemasaran Langsung. *Journal of Intelligent Systems*, 1(2), 115–119.
- Wahyuni, I., & Utaminingrum, F. (2017). Error numerical analysis for result of rainfall prediction between Tsukamoto FIS and hybrid Tsukamoto FIS with GA. *2016 International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems, ICACISIS 2016*, 365–372. <https://doi.org/10.1109/ICACISIS.2016.7872721>.
- Wildania, Silha. 2020. “Implementasi Algoritma Genetika untuk Menentukan Variabel Bebas dalam Prediksi Nilai Skripsi Menggunakan Regresi Ganda (Studi kasus : Jurusan Manajemen, Universitas Maritim Raja Ali Haji)”. Skripsi. Fakultas Teknik, Teknik Informatika, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjung Pinang.

VI. Ucapan Terimakasih

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Universitas Maritim Raja Ali Haji.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Namun dengan bantuan, bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak, maka segala hambatan dan kesulitan yang dihadapi penulis selama penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan. Dengan segenap kerendahan hati, penulis mengucapkan terimakasih kepada :

Dalam penyusunan skripsi ini banyak hambatan serta rintangan yang penulis hadapi namun pada akhirnya dapat melaluinya berkat adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara moral maupun spritual. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah mendengar serta mengabulkan Doa dan memberika petunjuk sehingga diberi kemudahan dalam menyelesaikan skripsi.
2. Kedua orang tua, Bapak Jhonson Aritonang dan ibunda tercinta Lisker Hutajulu yang senantiasa memberikan kasih sayang dan dukungan kepada penulis.
3. Bapak Ibnu Kahfi Bachtiar, S.T., M.Sc, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Maritim Raja Ali Haji.
4. Ibu Nurul Hayaty, S.T., M.Cs, selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Maritim Raja Ali Haji.
5. Ibu Nola Ritha, S.T., M.Sc, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Informatika Universitas Maritim Raja Ali Haji.
6. Ibu Martaleli Bettiza, S.Si., M.Cs, selaku dosen Pembimbing Skripsi pertama yang telah bersedia membimbing dan mengarahkan penulis selama menyusun skripsi dan memberikan banyak ilmu serta solusi pada setiap permasalahan atas kesulitan dalam penulisan skripsi ini.
7. Ibu Alena Uperiati, S.T., M.Cs selaku dosen Pembimbing Skripsi kedua yang telah bersedia membimbing dan mengarahkan penulis selama menyusun skripsi dan memberikan banyak ilmu serta solusi pada setiap permasalahan atas kesulitan dalam penulisan skripsi ini.
8. Bapak Tekad Matulatan, S.Sos., S.Kom., M.Inf.Tech sebagai dosen pembimbing akademik.
9. Seluruh Bapak/Ibu dosen Jurusan Teknik Informatika yang telah memberikan pengetahuan yang sangat bermanfaat selama masa perkuliahan.
10. Seluruh staff dan karyawan Universitas Maritim Raja Ali Haji yang telah memberikan bantuan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna dikarenakan terbatasnya pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan segala bentuk saran serta masukan bahkan kritik yang membangun dari berbagai pihak. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan semua pihak.