
PENERAPAN ALGORITMA GENETIKA PADA OPTIMASI FUNGSI KEANGGOTAAN SISTEM INFERENSI FUZZY TSUKAMOTO UNTUK PENENTUAN KUALITAS AIR SUNGAI

Qoirul Kotimah¹, Wayan Firdaus Mahmudy²

^{1,2}Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya

Jl. Veteran No. 8, Malang 65145

Email: [1kotimah24@gmail.com](mailto:kotimah24@gmail.com), [2wayanfm@ub.ac.id](mailto:wayanfm@ub.ac.id)

Abstrak

Air adalah salah satu sumber daya alam yang sangat penting bagi kehidupan manusia dan makhluk lainnya. Sungai merupakan salah satu tempat untuk menampung sumberdaya air di permukaan bumi yang memiliki peran sebagai tempat tinggal beberapa ekosistem air dan harus dijaga kualitasnya. Namun saat ini banyak aktivitas manusia yang menyebabkan sungai tercemar. Meningkatnya aktivitas industri dan aktivitas rumah tangga menjadi salah satu penyebab utama pencemaran yang terjadi pada daerah aliran sungai. Dimana sungai adalah salah satu sumber air terdekat bagi beberapa daerah tempat tinggal manusia. Oleh karena itu diperlukan adanya upaya untuk menjaga kualitas air sungai salah satunya adalah dengan pengukuran dan analisis kualitas air sungai. Sebelumnya telah dilakukan pengukuran kualitas air sungai menggunakan metode STORET dengan waktu dan biaya yang cukup tinggi. Sehingga diperlukan metode lain untuk mempercepat proses perhitungan yakni dengan metode *fuzzy* Tsukamoto yang dapat mengelompokkan data kedalam 4 kelas kualitas air sungai dengan kriteria-kriteria yang ditentukan dengan derajat keanggotaan masing-masing kriteria. Namun, pada metode ini mengalami kesulitan dalam menentukan derajat keanggotaan dari setiap kriteria. Oleh karena itu, dengan menggunakan Algoritma Genetika dapat membantu dalam menentukan setiap derajat keanggotaan dari kriteria yang ada dan mampu menghasilkan nilai akurasi yang cukup tinggi dibandingkan dengan metode *fuzzy* Tsukamoto. Nilai akurasi yang didapatkan adalah sebesar 95% dengan optimasi dari 90% dari *fuzzy* Tsukamoto tanpa optimasi. Nilai *fitness* terbaik didapatkan dari ukuran populasi sebanyak 80 dan banyak generasi 175 serta kombinasi cr 0,6 dan mr 0,4.

Kata Kunci : *kualitas air, derajat keanggotaan, fuzzy Tsukamoto, Algoritma Genetika*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air adalah salah satu sumber daya alam yang sangat penting bagi kehidupan manusia dan makhluk lainnya. Sungai merupakan salah satu tempat atau wadah untuk menampung sumberdaya air yang mengalir menuju tempat terendah dari permukaan bumi. Sungai berperan sebagai perairan yang menjadi tempat tinggal beberapa ekosistem air di permukaan bumi yang mengalir dari hulu ke hilir. Sungai merupakan salah satu sumber air yang terdekat bagi beberapa penduduk di daerah pedesaan dan perkotaan di Indonesia. Namun sungai yang menjadi bagian penting dari sumber kehidupan manusia telah banyak tercemar. Hal ini banyak disebabkan oleh aktivitas manusia yang terjadi di daerah tangkapan air yang menjadi pasokan air sungai yang selanjutnya dialirkan pada pemukiman warga. Meningkatnya aktivitas industri dan aktivitas rumah tangga menjadi salah satu penyebab utama pencemaran yang terjadi pada daerah aliran sungai.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Agustiniingsih (2012) pembuangan limbah industri dan rumah tangga yang tidak melalui proses penyaringan menjadi penyumbang pada penurunan kualitas dan kuantitas air sungai. Oleh karena itu perlu adanya upaya untuk menjaga kualitas,

kuantitas dan kontinuitas air agar ekosistem yang ada didalamnya tetap seimbang yaitu dengan melakukan pemantauan dan pengendalian pencemaran air secara berkala. Upaya untuk pemantauan dan pengendalian pencemaran air adalah melakukan pengukuran dan analisis kualitas air agar diketahui sebab dan faktor apa saja yang dapat mempengaruhi pencemaran, sebagaimana diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 (Peraturan, 2001). Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Pasal 2 Tahun 2003, pedoman untuk menentukan status kualitas air dengan menggunakan metoda STORET atau Metoda Indeks Pencemaran (Keputusan, 2003). Dalam penentuan kualitas air dengan menggunakan metoda STORET ini masih dihitung secara manual sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama dan membutuhkan biaya laboratorium yang cukup mahal. Perkembangan teknologi yang sudah ada sekarang ini, dapat memberikan solusi untuk membantu proses perhitungan dan penentuan kualitas air agar lebih cepat dan tidak memerlukan biaya yang cukup banyak serta memiliki hasil akurasi yang cukup tinggi.

Salah satu penelitian yang berkaitan dengan penentuan kualitas air sungai telah dilakukan oleh Mazenda dkk (2015) dengan menggunakan Sistem

Pendukung Keputusan (SPK) metode Fuzzy Tsukomoto. Pada penelitian ini dilakukan perhitungan terhadap kualitas air sungai dengan kriteria fisika kimia yang telah ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah no. 82 tahun 2001. Parameter-parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah TSS, BOD, DO, pH, fenol, serta minyak dan lemak. Pada penelitian ini dilakukan pengujian pada 60 data dengan membandingkan pengujian kualitas air sungai menggunakan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) metode Fuzzy Tsukomoto dengan perbandingan metode STORET. Berdasarkan hasil yang ada terdapat 6 data yang berbeda antara perhitungan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) metode Fuzzy Tsukomoto dengan metode STORET sehingga didapatkan akurasi sebesar 90% (Mazenda, 2015). Akurasi tersebut merupakan akurasi yang cukup optimal namun dari metode tersebut dapat dilakukan optimasi batasan dari masing-masing parameter yang telah ditetapkan.

Banyak sekali penelitian mengenai optimasi yang telah dilakukan dengan berbagai macam studi kasus. Beberapa penelitian memilih menggunakan algoritma genetika sebagai metode dalam menyelesaikan masalah untuk memperoleh solusi maksimum dalam waktu yang cepat (Widodo dan Mahmudy, 2010). Salah satu penelitian dengan menggunakan algoritma genetika dilakukan oleh Restuputri dkk (2015) yang digunakan untuk mengoptimasi fungsi keanggotaan dari fuzzy tsukamoto dua tahap dalam kasus pemilihan calon penerima beasiswa dan BBP-PPA. Hasil akhir dari uji coba pada penelitian ini didapatkan nilai parameter terbaik yakni populasi sebesar 80, kombinasi cr 0,5 dan mr 0,5 serta banyaknya generasi adalah 150 untuk penentuan Beasiswa-PPA dan BBP-PPA.

Berdasarkan dari pemaparan permasalahan dan penelitian sebelumnya, maka penulis mengusulkan judul "Penerapan Algoritma Genetika Pada Optimasi Fungsi Keanggotaan Sistem Inferensi Fuzzy Tsukamoto Untuk Penentuan Kualitas Air Sungai". Penulis menerapkan algoritma genetika untuk mengoptimasi solusi pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Mazenda (2015). Pada penelitian ini digunakan data uji yang sama dengan penelitian sebelumnya untuk mendapatkan perbandingan solusi terbaik dengan penelitian sebelumnya.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana menerapkan algoritma genetika pada optimasi *fuzzy* Tsukamoto untuk penentuan kualitas air sungai ?
2. Bagaimana cara menentukan nilai parameter algoritma genetika terbaik untuk mengoptimasi *fuzzy* Tsukamoto ?
3. Bagaimana tingkat akurasi *fuzzy* Tsukamoto yang telah dioptimasi menggunakan algoritma genetika?

1.3 Batasan Masalah

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Mazenda (2015).
2. Penelitian ini dibatasi hanya menggunakan algoritma genetika tanpa menggunakan metode lainnya.
3. Penelitian ini digunakan untuk mendapatkan solusi yang lebih baik dibandingkan penelitian sebelumnya.
4. Beberapa parameter yang akan digunakan untuk acuan dalam penelitian ini adalah residu tersuspensi (TSS), BOD, COD, DO, pH, Fenol, serta Minyak dan Lemak.
5. Pembahasan perhitungan kualitas air sungai yang ada dalam penelitian ini menggunakan kriteria parameter fisika-kimia yang telah ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah no. 82 tahun 2001.

2. LANDASAN KEPUSTAKAAN

2.1. Air

Air merupakan bagian dari kehidupan permukaan bumi yang memiliki peran penting. Menurut Latif dkk (2012) air sebagai salah satu materi utama bagi kehidupan yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan hidup orang banyak, bahkan oleh semua makhluk hidup. Menurut PP. Nomor 82 Tahun 2001, klasifikasi mutu air ditetapkan menjadi empat kelas yaitu :

- Kelas I : air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- Kelas II : air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- Kelas III : air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- Kelas IV : air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

2.2. Pencemaran Air

Pencemaran air secara umum sesuai dengan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 01 tahun 2010 didefinisikan sebagai masuknya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air akibat sisa kegiatan manusia, sehingga akan menurunkan mutu air mencapai ke tingkat tertentu

yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Pencemaran dari definisi tersebut dapat dibedakan menjadi tiga macam yaitu pencemaran air, tanah dan udara. Pencemaran air atau biasa disebut dengan limbah cair yang mencemari sepanjang aliran sungai dapat dibedakan menjadi limbah domestic dan limbah industri.

2.3. Parameter Fisika-Kimia Untuk Uji Kualitas Air

Sebagai petunjuk terjadinya pencemaran air digunakan parameter pencemar air sebagai indikator agar dapat dilakukan pencegahan dan penanggulangan pada pencemaran yang terjadi. Pada penelitian ini akan digunakan acuan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air sebagai standar parameter mutu air (Keputusan, 2003). Sedangkan Baku Mutu Air menggunakan acuan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran (Peraturan, 2001). Beberapa parameter fisika-kimia untuk menguji kualitas air sungai diantaranya adalah total suspended solid (TSS), kebutuhan oksigen biologi (BOD), kebutuhan oksigen kimiawi (COD), oksigen terlarut (DO), derajat keasaman (pH), fenol, lemak dan minyak.

2.4. FIS Tsukamoto

Metode ini berlaku untuk setiap penalaran dengan aturan yang monoton, maksudnya adalah untuk digunakan pada sebuah sistem dengan hanya satu aturan. Implikasi dari setiap aturan berbentuk implikasi "Sebab Akibat" atau Implikasi "Input-Output" dimana setiap konsekuensi harus berhubungan. Setiap aturan diwakili menggunakan asosiasi fuzzy, dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Kemudian, untuk menentukan hasil dari sebuah perusahaan (Crisp Solution) digunakan dengan rumus pernyataan (defuzzifikasi) disebut "berpusat metode rata-rata" (Kusumadewi dalam Soraya, 2014).

2.5. Algoritma Genetika

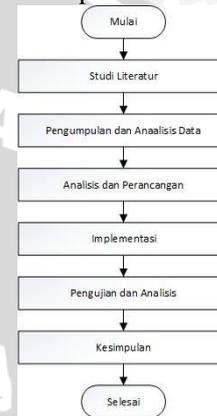
Algoritma genetika merupakan salah satu cabang dari algoritma evolusi dimana bertujuan untuk mencari solusi dari suatu permasalahan terutama dalam masalah optimasi (Putri dkk, 2015). Proses algoritma genetika itu sendiri diantaranya adalah (Mahmudy, 2013) :

1. Proses inialisasi, berfungsi untuk menciptakan individu-individu secara acak yang memiliki susunan gen (kromosom) tertentu.
2. Proses reproduksi, berfungsi untuk menghasilkan keturunan (*offspring*) dari individu-individu yang ada di populasi
3. Proses evaluasi, berfungsi untuk menghitung nilai *fitness* dari setiap kromosom.

4. Proses seleksi, berfungsi untuk memilih individu dari himpunan populasi dan offspring yang dipertahankan hidup pada generasi berikutnya.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Pada metodologi penelitian akan dijelaskan mengenai langkah-langkah yang digunakan penulis dalam menyusun penelitian beserta penjelasan metode yang digunakan pada optimasi fungsi keanggotaan sistem inferensi fuzzy tsukamoto untuk penentuan kualitas air sungai. Langkah-langkah tersebut akan dijelaskan pada Gambar 3.1.

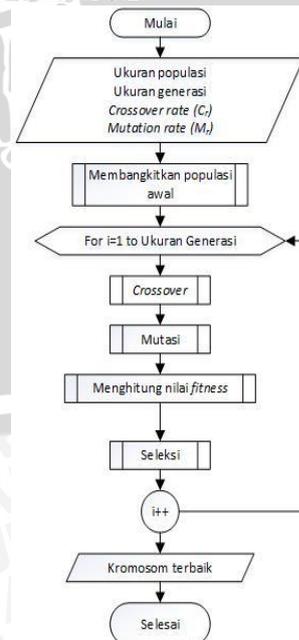


Gambar 3.1 Tahapan Penelitian

4. PERANCANGAN

4.1 Siklus Algoritma

Siklus penyelesaian pada kasus optimasi penentuan kualitas air sungai dengan menggunakan metode FIS *Tsukamoto* dan algoritma genetika dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram Alir Sistem

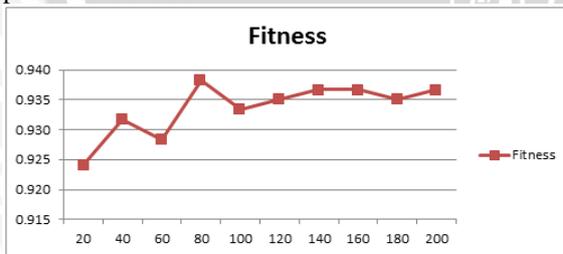


Proses yang dilakukan adalah seperti diagram alir sistem diatas. Pertama input ukuran populasi, ukuran generasi, *crossover rate* (*cr*), *mutation rate* (*mr*), yang kemudian data ukuran populasi dilakukan untuk membangkitkan populasi awal. Kemudian setelah melakukan proses tersebut nilai *crossover rate* (*cr*) dan *mutation rate* (*mr*) digunakan untuk proses *crossover* dan mutasi. Setiap kromosom *parent* dan *child* yang dihasilkan akan digunakan untuk pembentukan fungsi keanggotaan. Kemudian akan dihitung nilai *fitness* dari masing-masing individu. Setelah itu dilakukan proses seleksi yang nantinya hasil output yaitu kromosom terbaik dengan nilai *fitness* tertinggi.

5. PENGUJIAN

5.1 Pengujian Ukuran Populasi

Pada skenario pengujian ukuran populasi dilakukan guna mengetahui berapa ukuran populasi yang dapat menghasilkan kromosom terbaik dengan nilai *fitness* tertinggi. Dalam pengujian kali ini akan dilakukan sebanyak 10 kali percobaan dengan variasi angka kelipatan 20 dimulai dengan nilai 20 hingga 200. Parameter yang digunakan adalah nilai *cr*, *mr*, dan jumlah generasi. Nilai *cr* dan *mr* serta banyak generasi yang digunakan sesuai dengan nilai terbaik dari penelitian sebelumnya yang juga menggunakan metode FIS Tsukamoto yang dioptimasi adengan algoritma genetika (Restuputri dkk, 2015). Nilai dari masing-masing parameter adalah *cr* = 0.5, *mr* = 0.5, generasi sebanyak 100. Hasil dari pengujian ukuran populasi dapat dilihat pada Gambar 5.1.



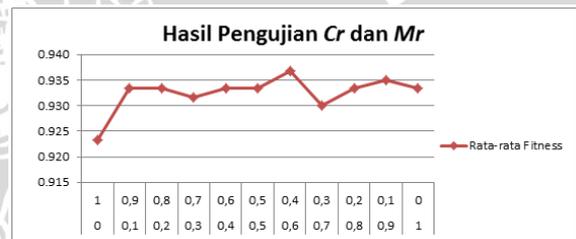
Gambar 5.1 Grafik Hasil Pengujian Ukuran Populasi

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa rata-rata nilai *fitness* terbesar dimiliki oleh angka 80 yaitu 0,938. Sedangkan rata-rata nilai *fitness* terkecil berada pada angka 20 yaitu 0,924. Dari hasil pengamatan pada pengujian populasi pada saat nilai populasi semakin besar maka semakin besar pula kemungkinan untuk mendapatkan kromosom yang optimal. Namun ketika ukuran populasi yang terlalu besar akan mengakibatkan waktu saat eksekusi algoritma genetika semakin lama dan belum tentu mendapatkan kromosom yang semakin optimal.

5.2 Pengujian Kombinasi Crossover Rate (cr) dan Mutation Rate (mr)

Dari hasil percobaan pada pengujian ukuran populasi didapatkan bahwa ukuran populasi

sebanyak 80 merupakan ukuran terbaik yang selanjutnya akan digunakan untuk melakukan pengujian kombinasi *crossover rate* (*cr*) dan *mutation rate* (*mr*). Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kombinasi *crossover rate* (*cr*) dan *mutation rate* (*mr*) yang paling optimal sehingga akan menghasilkan solusi terbaik. Cara pengujian pada tahap ini adalah dengan melakukan percobaan dari setiap kombinasi *crossover rate* (*cr*) dan *mutation rate* (*mr*) sebanyak 10 kali sehingga didapatkan rata-rata nilai *fitness* dari setiap kombinasi. Kombinasi yang memiliki nilai rata-rata *fitness* tertinggi yang akan dipilih menjadi kombinasi *crossover rate* (*cr*) dan *mutation rate* (*mr*) terbaik. Nilai parameter lain yang digunakan adalah populasi sebanyak 80 yang didapatkan dari hasil uji populasi sebelumnya dan parameter generasi sebanyak 100 sesuai dengan generasi terbaik dari penelitian sebelumnya yang menggunakan metode yang sama (Restuputri dkk, 2015). Hasil dari pengujian kombinasi *crossover rate* (*cr*) dan *mutation rate* (*mr*) dapat dilihat pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Grafik Hasil Pengujian Kombinasi Cr dan Mr

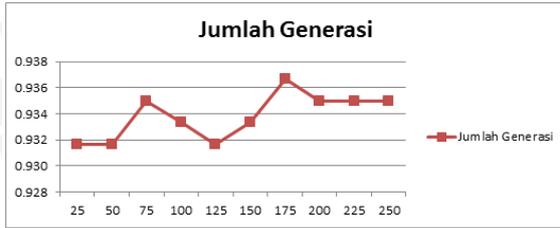
Pada Gambar 5.2 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata *fitness* tertinggi berada pada kombinasi nilai *cr* sebesar 0,6 dan nilai *mr* 0,4 yaitu sebesar 0,937. Sedangkan untuk nilai rata-rata *fitness* terendah dimiliki oleh kombinasi *cr* sebesar 0 dan *mr* sebesar 1 yaitu sebesar 0,923. Berdasarkan grafik hasil pengujian diatas bahwa rata-rata *fitness* yang didapatkan sangat beragam dikarenakan tidak adanya ketetapan nilai *cr* dan *mr* yang harus digunakan agar didapatkan solusi paling optimal. Setiap permasalahan akan memiliki kombinasi nilai *cr* dan *mr* yang berbeda-beda. Nilai *cr* yang terlalu rendah akan menyebabkan tidak ditemukannya solusi optimal dari permasalahan, sedangkan nilai *mr* yang terlalu rendah akan mengakibatkan konvergensi dini (Mahmudy dalam Panhares, 2015).

5.3 Pengujian Jumlah Generasi

Pengujian jumlah generasi dilakukan untuk mendapatkan jumlah generasi yang tepat untuk menghasilkan solusi yang optimal. Pengujian ini akan dilakukan dengan variasi ukuran antara 25 hingga 250 dengan penambahan angka 25 sebanyak 10 kali uji coba. Parameter lainnya yaitu ukuran populasi, kombinasi *cr* dan *mr* yang didapatkan dari hasil pengujian sebelumnya. Nilai populasi sebanyak



80, $cr=0,6$ dan $mr=0,4$. Hasil dari pengujian jumlah generasi dapat dilihat pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Grafik Hasil Pengujian Jumlah Generasi

Berdasarkan grafik hasil pengujian jumlah generasi pada Gambar 6.3, jumlah generasi sebanyak 175 memiliki rata-rata *fitness* tertinggi. Pada generasi 75-150 memiliki ketidak stabilan nilai *fitness*. Sedangkan untuk generasi 200-250 sudah mulai menunjukkan kestabilan karena tidak adanya perubahan rata-rata *fitness* yang begitu besar. Semakin banyak generasi maka akan semakin besar waktu komputasi yang diperlukan dan belum tentu menghasilkan solusi yang optimal.

5.4 Hasil dan Analisis Akurasi Sistem

Dari hasil pengujian seluruh parameter pada telah didapatkan *fitness* terbaik dari masing-masing parameter. Selanjutnya akan dilakukan pengujian akurasi sistem yang didapatkan dengan membandingkan hasil kualitas air dari metode STORET dengan sistem. Untuk nilai parameter yang akan digunakan adalah sesuai dengan hasil scenario pengujian yakni ukuran populasi sebanyak 80, kombinasi cr dan mr masing-masing adalah 0,6 dan 0,4, dan jumlah generasi sebanyak 175. Data yang digunakan adalah sebanyak 60 data yang nantinya akan dibandingkan antara hasil diagnosis system dan hasil metode STORET. Ketika hasil diagnosis sistem dan metode STORET sama maka akan didapatkan hasil perbandingan diantara keduanya. Pada system akan dihasilkan diagnosis kelas dari kualitas air berupa angka 1 sampai 4 dimana masing-masing angka menyimbolkan dari kualitas air yaitu 1 = kelas A, 2 = kelas B, 3 = kelas C, dan 4 = kelas D. Sehingga akan didapatkan akurasi sebesar 95%. Berikut adalah hasil dari perbandingan data berdasarkan nilai *fitness* dari kromosom terbaik dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil Analisis Sistem

Data ke-	Metode STORET	Metode Fuzzy Tsukamoto	Metode Optimasi	Hasil
1	C	C	C	1
2	D	D	D	1
3	D	D	D	1
4	D	D	D	1
5	C	C	C	1
6	C	D	C	1
7	C	C	C	1

8	C	C	C	1
9	C	C	C	1
10	C	C	C	1
11	C	C	C	1
12	C	C	C	1
13	B	C	C	0
14	C	C	C	1
15	C	C	C	1
16	D	D	D	1
17	C	C	C	1
18	C	C	C	1
19	C	C	C	1
20	C	C	C	1
21	C	C	C	1
22	C	C	C	1
23	D	D	D	1
24	C	C	C	1
25	C	C	C	1
26	C	C	C	1
27	D	D	D	1
28	C	C	C	1
29	C	C	C	1
30	C	C	C	1
31	C	C	C	1
32	C	C	C	1
33	C	C	C	1
34	C	C	C	1
35	D	C	D	1
36	C	C	C	1
37	D	D	D	1
38	D	D	D	1
39	C	C	C	1
40	B	C	C	0
41	D	D	D	1
42	C	C	C	1
43	C	C	C	1
44	C	C	C	1
45	C	C	C	1
46	D	C	D	1
47	C	C	C	1
48	C	C	C	1
49	C	C	C	1
50	D	D	D	1
51	C	C	C	1
52	C	C	C	1
53	C	C	C	1
54	C	C	C	1
55	B	B	C	0
56	C	C	C	1
57	C	C	C	1
58	D	C	D	1
59	C	C	C	1
60	C	C	C	1

Berdasarkan Tabel 5.1 diatas dapat dilakukan perhitungan nilai akurasi dari sistem perhitungan metode Algoritma Genetika sebagai berikut :

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Jumlah data yang sesuai}}{\text{Total data keseluruhan}} \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = \frac{57}{60} \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = 95 \%$$

Dari perhitungan nilai akurasi diatas didapatkan hasil sebesar 95% sedangkan berdasarkan penyelesaian menggunakan metode *fuzzy* Tsukamoto pada penelitian sebelumnya (Mazenda dkk, 2015) dihasilkan akurasi sebesar 90%. Sehingga metode optimasi *fuzzy* Tsukamoto menggunakan algoritma genetika dapat menghasilkan akurasi yang lebih baik.

6. PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis pada bab sebelumnya maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Algoritma genetika mampu menyelesaikan masalah optimasi pada fungsi keanggotaan sistem inferensi *fuzzy* Tsukamoto untuk penentuan kualitas air sungai dengan menggunakan representasi kromosom berbasis *real-code*. Pada proses reproduksi berbasis *real-coded* yang digunakan adalah metode *extended intermediate* crossover pada proses *crossover* dan *random mutation* pada proses mutasi, serta menggunakan seleksi *elitism*.
2. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa nilai dari tiap parameter algoritma genetika sangat mempengaruhi hasil kromosom terbaik yang nantinya akan dijadikan sebagai batasan pada fungsi keanggotaan *fuzzy* Tsukamoto. Hasil uji pada parameter ukuran populasi dan jumlah generasi yang semakin besar akan membutuhkan waktu eksekusi yang semakin banyak pula namun belum tentu mendapatkan hasil yang semakin optimal. Parameter dari algoritma genetika yang dapat menghasilkan solusi terbaik adalah populasi sebanyak 80, generasi 175 serta kombinasi *cr* 0,6 dan *mr* 0,4.
3. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dari metode optimasi pada fungsi keanggotaan sistem inferensi *fuzzy* Tsukamoto didapatkan akurasi yang lebih baik dari metode sebelumnya yakni metode *fuzzy* Tsukamoto tanpa optimasi. Besar nilai akurasi yang didapatkan dari penelitian ini adalah 95% sedangkan untuk penelitian sebelumnya dengan *fuzzy* Tsukamoto tanpa optimasi sebesar 90%.

6.2. Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian ini didapatkan beberapa masukan yang dapat digunakan untuk bahan penelitian selanjutnya diantara sebagai berikut :

1. Pengembangan dalam sistem ini yaitu dapat mengoptimasi basis aturan yang terdapat dalam inferensi *fuzzy* Tsukamoto sehingga hasil akhir penentuan kualitas air sungai menjadi lebih optimal dibandingkan dengan hanya optimasi fungsi keanggotaan.
2. Penggunaan metode *Hybrid Genetic Algorithms* (HGAs) merupakan metode yang dapat dikembangkan untuk sistem optimasi ini. Metode HGAs dapat memberikan hasil atau solusi yang optimal dan lebih efisien dibanding dengan metode algoritma genetika pada umumnya (Mahmudy, Marian & Luong dalam Mahmudy, 2013).
3. Metode dalam proses reproduksi dan seleksi dapat diganti dengan metode lainnya sehingga hasil akhir yang didapat lebih beragam dan dapat diketahui metode apa yang tepat untuk menghasilkan hasil akhir yang optimal.

4. DAFTAR PUSTAKA

- Agustiningsih, D, Sasongko, SB & Sudarno. 2012. *Analisis Kualitas Air dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Blukar Kabupaten Kendal*. Semarang : Universitas Diponegoro, vol. 9, no. 2.
- Latif, MAA. 2012. Studi Kuantitas dan Kualitas Air Sungai Tallo Sebagai Sumber Air Baku. Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanussin, Makassar.
- Mahmudy, WF. 2013. Algoritma Evolusi. Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya, Malang.
- Mazenda, G, Soebroto, AA& Dewi, C. 2015. *Implementasi Fuzzy Inference System (FIS) Metode Tsukamoto Pada Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Kualitas Air Sungai*. DORO: Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya.
- Panharsi, YG & Mahmudy, WF 2015, Optimasi Distribusi Barang Dengan Algoritma Genetika, DORO: Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya, vol. 5, no. 11.
- Putri, FB, Mahmudy, WF & Ratnawati, DE 2015, Penerapan Algoritma Genetika Untuk Vehicle Routing Problem With Time Windows (VRPTW) Pada Kasus Optimasi Distribusi Beras Bersubsidi, DORO: Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya, vol. 5, no. 1.
- Republik Indonesia. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang

Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

- Restuputri, BA, Mahmudy, WF & Cholissodin, I. 2015. Optimasi fungsi keanggotaan fuzzy Tsukamoto dua tahap menggunakan algoritma genetika pada pemilihan calon penerima beasiswa dan BBP-PPA (studi kasus: PTIIK Universitas Brawijaya Malang). DORO: Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya, vol. 5, no. 15.
- Soraya, S. 2014. Implementasi Metode Tsukamoto Dalam Menentukan Jumlah Pembibitan Kelapa Sawit Berdasarkan Data Persediaan Dan Jumlah Permintaan (Studi Kasus : Pusat Penelitian Kelapa Sawit). Jurusan Teknik Informatika. Medan : STMIK Budi Darma. vol. 7, no. 1.
- Widodo, AW& Mahmudy, WF. 2010. *Penerapan Algoritma Genetika Pada Sistem Rekomendasi Wisata Kuliner*. FMIPA. Malang : Universitas Brawijaya, vol. 5, no. 4.

