

## Optimasi *Fuzzy System Membership* Menggunakan *Two Point Crossover*

Gellysa Urva

Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Teknologi Dumai  
Jl. Utama Karya Bukit Batrem II  
Email: gellysa.urva@gmail.com

### ABSTRAK

Optimasi *fuzzy system membership* merupakan salah satu solusi yang banyak diterapkan untuk menentukan *desain membership function* yang tepat dan optimal. Untuk membangkitkan sebuah fungsi *fuzzy system membership* digunakan metode klasifikasi ataupun *clustering*. Penggunaan metode klasifikasi membutuhkan seorang *expert* dalam menentukan klasifikasi dataset, hal ini menjadi masalah selanjutnya terhadap kondisi tersebut yaitu jika para ahli tidak tersedia maka akan menimbulkan kesulitan dalam membangkitkan fungsi *fuzzy system membership* bahkan bisa mengakibatkan sistem *fuzzy* yang dikembangkan tidak berfungsi dengan baik. Pada penelitian ini, penulis menggunakan algoritma genetika dengan *two point crossover* untuk mengoptimasi *fuzzy system membership*. Penggunaan algoritma genetika dengan *two point crossover* diuji dengan 10 set kromosom yang dibangkitkan secara random dengan variasi generasi 50 dan 100. Pengujian dengan 50 generasi untuk keempat variabel yang digunakan sebagai *input* menghasilkan nilai *fitness* terbaik di generasi tertentu, begitu juga untuk pengujian dengan 100 generasi. Dari hasil yang didapat penggunaan *two point crossover* dapat menghasilkan *fuzzy system membership* lebih optimal dengan dihasilkannya nilai *fitness* yang tinggi. Nilai *fitness* yang dihasilkan dengan menggunakan *Two Point Crossover* terlihat menghasilkan nilai *fitness* yang random dan lebih dinamis.

**Kata kunci:** Optimasi, *Fuzzy System*, *Two Point Crossover*.

### ABSTRACT

*Optimize fuzzy system membership is a solution which many applied to determine design membership function proper and optimal. To exite a function fuzzy system membership used the classification methods or clustering. The use of the classification methods need a expert in determining classification dataset, this will be problem in next condition that if experts unavailabile it will cause trouble in excite function fuzzy system membership even system could cause fuzzy system developed did not function properly. In this paper, the authors used a genetic algorithm with two point crossover for optimizing fuzzy system membership. Data use of genetic algorithm with two point crossover tested with 10 sets chromosomes which are generated with random variations in generation of 50 and 100. Testing with the fourth generation to 50 variabels used as input produces the best fitness value in a particular generation, as well as for testing with 100 generations. The results obtained from the use of two point crossover can produce more optimal fuzzy membership system with high fitness value it generates. The fitness value that is produced by using two point crossover look generate a random value fitness and more dynamic.*

**Keywords:** *Optimize, Fuzzy System, Two Point Crossover.*

## Pendahuluan

Sistem *fuzzy* merupakan sistem yang merepresentasikan suatu masalah yang mengandung ketidakpastian ke dalam satu bahasa *linguistic* dengan menggunakan *fuzzy logic* yang kemudian dikaitkan menjadi sebuah fungsi yang menyatakan nilai keanggotaan pada interval 0 sampai 1. Himpunan *fuzzy* dan fungsi tersebut dinamakan fungsi keanggotaan (*membership function*) sedangkan nilainya disebut dengan derajat keanggotaan. Pada sistem *fuzzy* terdapat beberapa jenis fungsi keanggotaan yaitu fungsi keanggotaan trapesium, *sigmoid*, segitiga dan lain-lain. Untuk membangkitkan sebuah fungsi keanggotaan *fuzzy system* digunakan metode klasifikasi ataupun *clustering*. Penggunaan metode klasifikasi membutuhkan seorang *expert* dalam menentukan klasifikasi dataset, hal ini menjadi masalah selanjutnya terhadap kondisi tersebut yaitu jika para ahli tidak tersedia maka akan menimbulkan kesulitan dalam membangkitkan fungsi keanggotaan *fuzzy* bahkan bisa mengakibatkan sistem *fuzzy* yang dikembangkan tidak berfungsi dengan baik.

(Pernama & Hashim 2010), melakukan penelitian tentang penggunaan algoritma PSO (*Particle Swarm Optimization*) sebagai algoritma optimasi yang ditambahkan pada performa sistem *fuzzy*. Algoritma PSO dapat membangkitkan *fuzzy set* yang optimal dengan mengatur fungsi keanggotaannya secara otomatis. Selanjutnya penelitian (Kurnianingtyas dkk, 2017), yang bertujuan untuk mendapatkan fungsi keanggotaan *fuzzy* yang lebih tepat sesuai dengan data yang diberikan menerapkan penggunaan algoritma *backpropagation* sebagai pembangkit keanggotaan sistem *fuzzy*. Logika *fuzzy* mudah dikembangkan, mudah disesuaikan dengan bahasa alami, mencakup *range* operasi yang lebih luas, mampu menangani data yang tidak lengkap dan samar serta membutuhkan waktu komputasi yang cepat (Chand, 2013). Terdapat dua parameter yang sangat mempengaruhi hasil penalaran pada logika *fuzzy*. Parameter tersebut adalah fungsi keanggotaan atau *fuzzy membership function* dan basis aturan atau *fuzzy rule base*. Fungsi keanggotaan memegang peranan yang sangat krusial pada sistem pengambilan keputusan berbasis logika *fuzzy*. Alwi (2013) mengemukakan bahwa fungsi keanggotaan merupakan inti dari desain pengambilan keputusan dengan logika *fuzzy*. Hal senada juga dikemukakan oleh Wang *et al.* (2013) bahwa pemilihan fungsi keanggotaan merupakan kunci utama pada logika *fuzzy* karena disain fungsi keanggotaan sangat mempengaruhi konsistensi, ketepatan dan kualitas keputusan yang diselesaikan pada sistem tersebut. Mudah untuk mendesain *rule base* dalam logika *fuzzy*, tetapi tidak mudah untuk mendesain fungsi keanggotaan karena fungsi keanggotaan berkaitan dengan konversi data kualitatif ke bentuk pengukuran secara kuantitatif (Shang & Hossen, 2013).

Algoritma Genetika (AG) merupakan salah satu metode heuristik adaptif yang merupakan cabang dari *evolutionary algorithm*, yaitu suatu teknik untuk memecahkan masalah-masalah optimasi yang rumit dengan menirukan proses evolusi makhluk hidup. Penerapan Algoritma Genetika saat ini sudah tersebar ke berbagai sektor seperti aplikasi bisnis, teknik maupun pada bidang keilmuan. Algoritma ini dapat dipakai untuk mendapatkan solusi yang tepat untuk masalah optimal dari satu

variabel atau multi variabel. Penyelesaian masalah optimasi menggunakan algoritma genetika tergolong sulit karena kualitas keputusan yang diselesaikan menggunakan algoritma genetika berhubungan dengan banyak karakteristik seperti populasi awal, *crossover*, mutasi, probabilitas, fungsi *fitness*, faktor seleksi dan faktor yang lainnya. Keseluruhan faktor tersebut saling mempengaruhi satu sama lain sebagai sebuah system. Pada Algoritma Genetika, suatu permasalahan yang ingin dioptimalkan terlebih dahulu harus dinyatakan dalam fungsi tujuan, yang dikenal dengan fungsi *fitness*. Apabila nilai *fitness* semakin besar, maka sistem yang dihasilkan semakin baik. Untuk mendapatkan nilai fungsi *fitness* yang baik memerlukan beberapa karakteristik yang tepat pada parameter algoritma genetika. Salah satu karakteristik tersebut yaitu pemilihan *crossover*. Optimasi suatu penyelesaian masalah memerlukan jenis *crossover* yang tepat pada proses penyilangan dalam proses algoritma genetika. Penulis memilih penggunaan *Two Point Crossover* untuk membangkitkan kurva fungsi *fuzzy system membership* secara otomatis.

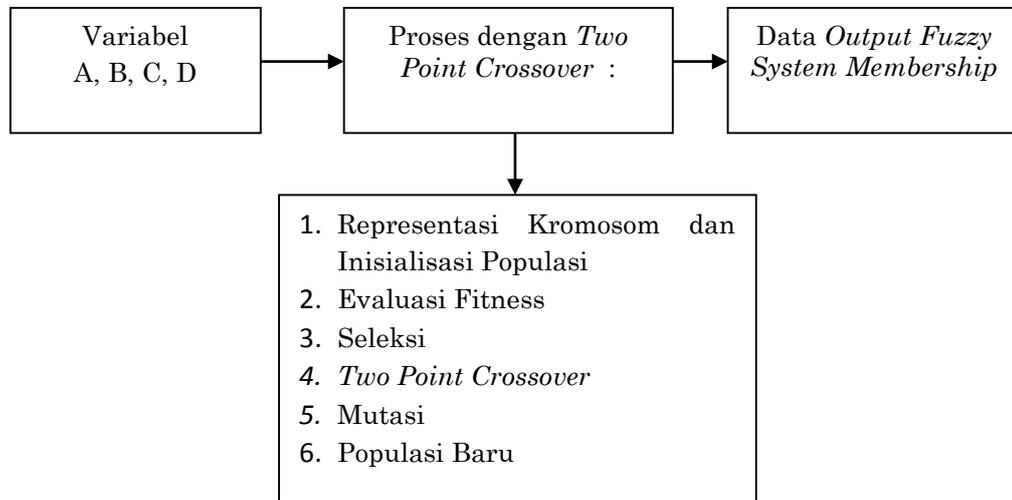
### Metode Penelitian

Pada logika *fuzzy*, penentuan fungsi keanggotaan merupakan hal yang sangat penting, karena fungsi keanggotaan yang tepat akan menentukan kualitas hasil yang diberikan. Optimasi Fungsi *fuzzy system membership* menggunakan algoritma genetika dengan *Two Point Crossover* diharapkan dapat memberikan *output* berupa grafik atau desain fungsi keanggotaan *fuzzy* yang lebih optimal tanpa bergantung sepenuhnya pada pakar. Model *fuzzy system membership* yang digunakan adalah model segitiga karena desainnya sederhana dan memiliki penerapan yang lebih banyak dibandingkan dengan model yang lain. Keseluruhan *dataset* yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari empat variabel yaitu:

1. Variabel A : interval 20 - 70
2. Variabel B : interval 12 - 80
3. Variabel C : interval 30 - 90
4. Variabel D : interval 40 – 85

Keempat variabel ini akan diklasifikasi terlebih dahulu pada proses pra proses sehingga menghasilkan 4 jenis interval yaitu Rendah (R), Sedang (S), Tinggi (T) dan Sangat Tinggi (ST) masing-masing interval direpresentasikan dalam grafik fungsi segitiga. Pembangkitan data secara *random* dilakukan dengan menggunakan batas awal dan batas akhir tertentu. Variabel A batasannya adalah 0-60, variabel B batasannya adalah 0 - 70, variabel C batasannya adalah 0-60 dan variabel D batasannya adalah 0-50.

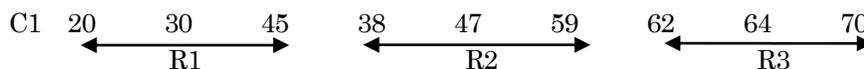
Proses penyelesaian masalah untuk penentuan *fuzzy system membership* dengan *two point crossover* dapat dilihat pada Gambar 1.



Proses optimasi *Fuzzy System Membership Function* dengan *Two Point Crossover* melalui beberapa tahap yang terdiri dari:

1. Representasi Kromosom dan Inisialisasi Populasi

Membangkitkan secara random sebuah populasi yang terdiri dari 10 individu untuk masing-masing membership *function* untuk variabel A, B, C dan D. Berikut ini merupakan sebuah contoh merepresentasikan sebuah kromosom menjadi sebuah fungsi keanggotaan segitiga. Sebuah variabel A dengan interval 20-70. Diambil 9 buah nilai secara random dari data set yang tersedia pada variable A yaitu 20 , 30 , 38 , 45, 47, 59 , 62 , 64 , 70. Bilangan yang telah dipilih selanjutnya direpresentasikan menjadi sebuah grafik segitiga. Grafik *membership function* akan direpresentasikan ke dalam sebuah kromosom, sebagai berikut:



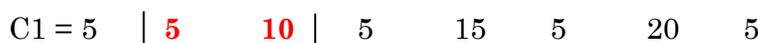
C1 adalah kromosom pertama yang terbentuk dari grafik segitiga variabel A, selanjutnya dibangkitkan sembilan set kromosom lainnya yang diambil secara acak dari nilai variabel A, sehingga akan terbentuk 10 set kromosom yang baru.

2. Evaluasi *Fitness*

Selanjutnya kromosom yang terdiri dari 10 set ini akan dilakukan proses perhitungan nilai *fitness*. Selanjutnya pada proses seleksi akan dipilih nilai *fitness* yang terbaik dan dijadikan sebagai kromosom yang akan *dicrossover*.

3. *Two Point Crossover*

Proses *crossover* dengan menggunakan *two point crossover* yaitu proses perkawinan silang yang dilakukan di 2 titik sekaligus. Penerapan proses perkawinan silang *two point crossover* dapat dilihat sebagai berikut.



$$\begin{array}{cccccccc}
 C2 = 3 & \mathbf{5} & \mathbf{11} & 5 & 15 & 5 & 21 & 5 \\
 \\
 C1 = 5 & \mathbf{5} & \mathbf{11} & 5 & 15 & 5 & 20 & 5 \\
 C2 = 3 & \mathbf{5} & \mathbf{10} & 5 & 15 & 5 & 21 & 5
 \end{array}$$

Selanjutnya dua buah kromosom yang terbentuk diproses untuk mendapatkan nilai *fitness*, kromosom dengan nilai *fitness* paling tinggi akan menjadi kromosom baru dan dilakukan proses mutasi untuk mendapatkan kromosom generasi baru.

### Hasil dan Pembahasan

Data awal yang digunakan sebagai *input* terdiri dari bilangan-bilangan yang berasal dari empat variabel yaitu A, B, C dan D yang dibangkitkan bilangan secara random. Tetapi terlebih dahulu ditentukan koefisien mutasi dan derajat keanggotaan. Jumlah data yang dibangkitkan secara random sebanyak 30 data. Data bilangan yang dibangkitkan secara random dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Bilangan random

Variabel A			Variabel B			Variabel C			Variabel D		
23	43	47	30	88	65	40	78	46	12	65	67
29	70	48	34	87	78	55	68	56	20	78	34
26	43	50	38	70	90	56	58	55	22	77	32
50	70	53	43	76	56	76	48	54	21	75	35
53	43	35	32	75	60	80	82	52	45	74	67
33	44	38	89	74	56	78	65	53	56	34	46
60	55	37	88	73	67	67	67	50	43	45	67
62	56	55	56	60	78	76	68	60	44	33	43
67	60	56	60	62	89	46	45	77	56	45	46
73	33	67	90	63	80	83	48	78	67	55	47

Setiap bilangan yang ada di masing-masing variabel melewati tahap pra proses yaitu pembentukan grafik segitiga. Sebelum pembentukan grafik segitiga terlebih dahulu melewati tahap pembentukan interval grafik dan pembentukan daerah batasan. Hasil tahap pra proses dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Grafik fungsi segitiga

Pada gambar grafik fungsi segitiga terlihat bahwa variabel B dan variabel D terbagi menjadi 4 daerah lingustik. Akan tetapi variabel A dan variabel C terbagi menjadi 3 daerah lingustik yang terlihat dalam bentuk segitiga. Setelah melewati tahap ini, akan dilanjutkan dengan proses pembentukan *fuzzy membership function* dengan *two point crossover*.

Sebagai langkah awal, di *inputkan* nilai mutasi dan nilai *alpha* target serta jumlah iterasi yang akan dilakukan. Pada tahap selanjutnya dilakukan pembentukan grafik fungsi keanggotaan dengan membangkitkan *fuzzy membership function* pada 50 generasi selanjutnya membangkitkan *fuzzy membership function* pada generasi yang ke 100. Hasil dari *fuzzy membership function* dari 50 dan 100 generasi akan dilakukan perbandingan. Tabel 2 merupakan hasil pengujian diambil pada Generasi ke-1.

**Tabel 2** Kromosom dan nilai *fitness* generasi 1

Variabel A	Nilai Fitness	Variabel B	Nilai Fitness	Variabel C	Nilai Fitness	Variabel D	Nilai Fitness
C1 = 11,5,11,5 ,34,5,11,	Fitness = 2,42	C1=13,5, 13,5,40,5, 13,5,67	Fitness = 6,45	C1 = 13,5,13,5, 40,5,13,5	Fitness = 2,7	C1 = 13,13,39, 13,65,13, 91,13,	Fitness = 6,9
C2 = 57,15,56, 27,24,3,	Fitness = -1,73	C2 = 89,34,70, 81,89,31, 33,14,	Fitness = -4,49	C2 = 27,18,55, 0,39,54,	Fitness = 0,6	C2 = 11,36,11, 31,11,17, 38,23,	Fitness = 2,4
C3 = 28,21,28, 28,12,36,	Fitness = -0,84	C3 = 33,66,54, 86,36,66, 13,87,	Fitness = -1,6	C3 = 56,6,41,4 2,28,51,	Fitness = -1,4	C3 = 65,64,17, 71,72,90, 78,20,	Fitness = 1,16
C4 = 52,13,43, 2,29,33,	Fitness = -1,21	C4 = 86,45,24, 14,44,45, 80,83,	Fitness = -0,48	C4 = 39,50,35, 23,20,53,	Fitness = -0,95	C4 = 23,51,82, 44,13,82, 49,85,	Fitness = 2,31
C5 = 49,4,43,3 6,29,6,	Fitness = -1,05	C5 = 13,82,47, 46,54,79, 2,8,	Fitness = -0,88	C5 = 13,12,36, 0,10,32,	Fitness = -0,15	C5 = 2,5,42,39, 54,3,77,6 8,	Fitness = 6,67
C6 = 30,5,40,1 9,1,45,	Fitness = -1,52	C6 = 23,3,23,6 6,5,24,7,9 2,	Fitness = -1,28	C6 = 60,26,25, 38,25,61,	Fitness = -1,75	C6 = 37,25,42, 43,15,67, 54,62,	Fitness = 1,51
C7 = 53,17,14, 11,4,47,	Fitness = -2,59	C7 = 31,43,84, 5,5,4,24,8 3,	Fitness = -0,56	C7 = 29,43,65, 40,59,20,	Fitness = 1,5	C7 = 26,71,82, 68,1,59,2, 84,	Fitness = -2,13
C8 = 7,1,18,40 ,35,14,	Fitness = 1,47	C8 = 6,77,24,2 6,53,84,6 9,43,	Fitness = 5,06	C8 = 5,49,59,4 8,2,42,	Fitness = -0,15	C8 = 7,67,6,44, 70,67,48, 20,	Fitness = 3,64
C9 = 44,36,56, 37,34,12,	Fitness = -0,53	C9 = 47,81,67, 7,78,81,5 3,47,	Fitness = 0,48	C9 = 31,14,30, 55,62,64,	Fitness = 1,55	C9 = 77,17,28, 5,65,89,5 9,61,	Fitness = -1,6
C10 = 44,10,44, 48,3,12,	Fitness = -2,16	C10 = 64,45,63, 33,42,40, 81,62,	Fitness = 1,36	C10 = 65,22,3,4 5,15,46,	Fitness = -2,5	C10 = 78,39,34, 46,47,34, 4,47,	Fitness = -6,56
<b>Max Fitness = 2,42</b>		<b>Max Fitness = 6,45</b>		<b>Max Fitness = 2,7</b>		<b>Max Fitness = 6,9</b>	

Tabel 2 merupakan representasi kromosom dari grafik fungsi segitiga yang selanjutnya akan dibangkitkan sebanyak 10 kromosom secara random lalu dihitung nilai *fitness* dan kromosom yang memiliki nilai *fitness* tertinggi akan dipilih untuk diproses dengan *two point crossover*. Kemudian setelah melewati proses *crossover* dan mutasi, selanjutnya akan diproses untuk menghasilkan grafik *fuzzy membership* dengan variasi nilai *fitness* yang banyak.

**a. Two Point Crossover dengan 50 Generasi**

Pada proses pembentukan *fuzzy system membership function* yang dibangkitkan sebanyak 50 generasi. Nilai *fitness* yang tertinggi dari hasil perkawinan silang (*crossover*) kemudian akan membentuk grafik *fuzzy system membership function* berdasarkan kromosom yang membentuknya. Grafik *fuzzy system membership function* variabel A mencapai nilai *fitness* pada generasi ke 45 dengan nilai *fitness* sebesar 18, sedangkan variabel B mencapai nilai *fitness* tertinggi pada generasi ke 56 dengan nilai *fitness* 36. 78, dan variabel C mencapai generasi tertinggi pada generasi ke 59 dengan nilai *fitness* 17.8 sedangkan variabel D mencapai nilai *fitness* tertinggi pada generasi ke 49 dengan nilai *fitness* 53.

Berdasarkan nilai *fitness* dari masing-masing generasi menunjukkan nilai *fitness* semakin naik disetiap generasi. Setiap nilai *fitness* memiliki nilai yang bervariasi dimasing-masing kromosom disuatu generasi tertentu. Data kromosom yang dibangkitkan sebanyak 50 generasi untuk variabel A, terlihat bahwa kromosom masih bervariasi sampai pada generasi yang ke 8, selanjutnya nilai kromosom tiap generasi tidak bervariasi sedangkan nilai *fitness* bertambah seiring dengan jumlah generasi yang dibangkitkan.

**b. Two Point Crossover dengan 100 Generasi**

Pada saat *fuzzy system membership function* dibangkitkan sebanyak 100 generasi, nilai *fitness* yang dihasilkan meningkat sebanding dengan banyaknya generasi. Variabel A mencapai nilai *fitness* tertinggi pada generasi ke 98 dengan nilai *fitness* 40, variabel B mencapai nilai *fitness* tertinggi pada generasi ke 100 dengan nilai *fitness* 60,12, untuk variabel C mencapai nilai *fitness* tertinggi pada generasi ke 92 dengan nilai *fitness* 34 dan variabel D mencapai nilai *fitness* tertinggi pada generasi ke 97 dengan nilai *fitness* 86.

### Simpulan

Berdasarkan hasil pembahasan yang telah diuraikan, maka penulis dapat mengambil kesimpulan bahwa semakin banyak jumlah generasi yang dibangkitkan maka akan menghasilkan nilai *fitness* yang tinggi. *Two Point Crossover* dapat menghasilkan *output fuzzy system memberhip* yang terbaik pada suatu generasi tertentu secara random dan tidak selalu terdapat pada generasi yang tinggi. Nilai *fitness* yang dihasilkan dengan menggunakan *Two Point Crossover* terlihat menghasilkan nilai *fitness* yang random dan lebih dinamis.

### Daftar Pustaka

- Alwi, F.B. (2013). *Knowledge acquisition tool for learning membership function and fuzzy classification rules from numerical data. International Journal of Computer Applications (IJCA)* **64**(13): 24-30.
- Chand, S. (2013). Importance of fuzzy logic in multiple powers generating area over PID. *Journal of Environmental Science, Computer Science and Engineering & Technology* **2** (2): 350-355.
- Kurnianingtyas, 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 Komputer (JTIIK)* **4** (1) : 8-18.
- Permana, K.E. & Zaiton, S. (2010). *Fuzzy membership function generation using particle swarm optimization. International Journal of Open Problem Computational Mathematic* **3**(1): 28-41.
- Shang, K. & Hossen, Z. (2013). *Applying fuzzy logic to risk assessment and decision making. Canadian Institute of Actuaries: Canada.*
- Wang, S., Wang, G., Gao, M. & Yu, S. (2013). *Using fuzzy hybrid features to classify strokes in interactive sketches. Journal Of Advances in Mechanical Engineering* **25**(3): 1-7.