

## ALGORITMA GENETIKA UNTUK MENENTUKAN JENIS KURVA DAN PARAMETER HIMPUNAN FUZZY

Arwan Ahmad Khoiruddin

Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia  
e-mail: arwan@fti.uii.ac.id

### ABSTRAKSI

Logika fuzzy dikembangkan untuk menangani permasalahan-permasalahan yang himpunan penyelesaiannya tidak tepat (kabur). Dalam banyak permasalahan, logika fuzzy dipilih karena toleransinya terhadap ketidaktepatan data dan karena lebih alami. Untuk setiap permasalahan yang bisa diselesaikan dengan fuzzy, penentuan tipe dan parameter himpunan fuzzy dilakukan secara subjektif. Akibatnya, setiap orang akan punya kesimpulan yang berbeda untuk masalah yang sama karena himpunan fuzzynya berbeda.

Untuk mengatasi permasalahan itu digunakan algoritma genetika, karena algoritma ini paling cocok digunakan untuk optimasi. Algoritma genetika digunakan untuk mengoptimasi parameter-parameter dan tipe kurva himpunan fuzzy. Evaluasi terhadap kromosom-kromosom di algoritma genetika dilakukan dengan membandingkan kedekatan hasil implementasi himpunan fuzzynya dengan data konsekuen. Semakin sedikit selisihnya dengan data konsekuen, maka kromosom tersebut semakin tinggi fitnessnya.

Dari penelitian yang dilakukan, algoritma genetika dapat digunakan untuk menentukan tipe kurva dan parameter kurva yang paling optimal. Dengan optimalnya tipe kurva dan parameter kurva dalam sebuah sistem fuzzy, maka hasil inferensi fuzzy baik inferensi monoton ataupun dalam FIS (Fuzzy Inference System) diharapkan akan semakin tepat.

**Kata kunci:** algoritma genetika, himpunan fuzzy, optimalisasi.

### 1. PENDAHULUAN

Logika fuzzy adalah suatu cara untuk memetakan ruang input ke ruang output. Logika fuzzy dikembangkan untuk menangani permasalahan-permasalahan yang himpunan penyelesaiannya tidak tepat (kabur/fuzzy). Dalam beberapa permasalahan, logika fuzzy dipilih karena beberapa alasan: lebih alami, dan memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat [1].

Himpunan fuzzy terdiri dari dua variabel yaitu variabel numeris dan variabel linguistik. Dalam pembentukan himpunan fuzzy, kedua variabel tersebut diset dengan sebuah nilai tertentu secara manual atau subjektif. Pengesetan nilai tertentu secara subjektif ini tentu saja akan menimbulkan perbedaan dalam hasil yang didapatkan tiap orang, karena masing-masing boleh memiliki himpunan yang berbeda.

Untuk mengurangi subjektivitas penentuan himpunan fuzzy, dipilihlah algoritma genetika untuk mencari titik-titik yang paling optimal dalam variabel-variabel. Algoritma genetika dipilih karena algoritma ini cocok digunakan dalam permasalahan-permasalahan optimasi. Dengan menggunakan algoritma genetika, diharapkan himpunan fuzzy yang paling optimal akan terbentuk secara otomatis sehingga hasilnya akan lebih tepat.

Penggunaan algoritma genetika tidak menghilangkan aspek subjektivitas dalam pembuatan himpunan fuzzy, tapi hanya mengurangi subjektivitasnya, karena algoritma genetika hanya digunakan untuk menentukan variabel numeris saja, dan tidak untuk yang lain seperti variabel linguistik, dan aturan-aturannya.

Tulisan ini akan membahas bagaimana kita dapat membentuk parameter-parameter himpunan fuzzy untuk variabel numeris berdasarkan aturan-aturan fuzzy yang dibuat dengan menggunakan algoritma genetika. Nilai fitness kromosom ditentukan dengan mencari kedekatan antara hasil yang didapat dengan hasil pada data yang ada.

### 2. DASAR TEORI

#### 2.1 Algoritma Genetika

Algoritma genetika merupakan algoritma pencarian yang didasarkan pada mekanisme seleksi alamiah dan genetika alamiah [2]. Algoritma ini banyak digunakan untuk melakukan optimasi method [3]. Sebuah algoritma genetika sederhana paling tidak melakukan proses-proses: inialisasi, evaluasi, seleksi orang tua, crossover, mutasi. [4]. Untuk menilai individu yang terbaik, digunakan nilai fitness untuk mengukur kedekatannya dengan solusi atau dengan kata lain sebagai ukuran performansinya. Semakin besar nilai fitnessnya, maka individu tersebut semakin baik dan mempunyai peluang yang lebih besar untuk bertahan hidup [5].

#### 2.2 Logika Fuzzy

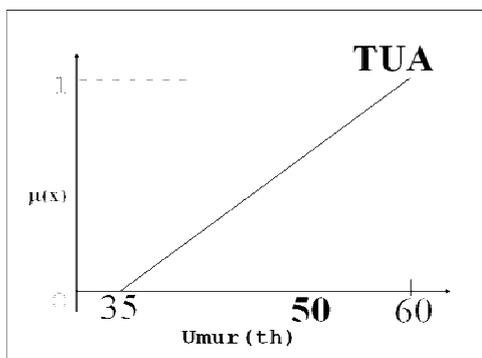
Logika fuzzy dikembangkan oleh Lotfi A Zadeh dan dipresentasikan pertama kali pada tahun 1965 [6]. Logika fuzzy dikembangkan untuk menangani permasalahan yang tidak bisa ditangani oleh logika tradisional (logika crisp), dimana dalam logika tradisional hanya dikenal 0 dan 1 atau 'ya' dan 'tidak'. Logika fuzzy mengakomodir nilai yang berada antara 'ya' dan 'tidak'.

Sebuah sistem fuzzy merupakan sistem yang berdasarkan aturan-aturan. Sistem ini dibangun oleh aturan IF-THEN.

Fungsi keanggotaan atau membership function adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Contoh fungsi keanggotaan fuzzy TUA dapat dilihat di persamaan 1.

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & \rightarrow x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & \rightarrow a \leq x \leq b \\ 1; & \rightarrow x \geq b \end{cases} \quad (1)$$

Dengan menggunakan himpunan fuzzy, kita bisa membuat fungsi keanggotaan yang bersifat kontinu [1]. Untuk fungsi keanggotaan fuzzy TUA di persamaan 1, akan didapatkan himpunan fuzzy seperti dalam gambar 1.



Gambar 1. Himpunan fuzzy TUA

Sebuah himpunan fuzzy atau fuzzy set terdiri dari dua variabel, yaitu variabel numeris dan variabel linguistik. Variabel numeris merupakan variabel yang berupa angka, dan variabel linguistik merupakan variabel yang berupa linguistik atau bahasa. Dalam gambar 1, variabel angkanya misalnya umur 35 th, 60 th dan sebagainya, sedangkan variabel linguistiknya adalah TUA.

Himpunan fuzzy bisa direpresentasikan dalam beberapa jenis kurva, yaitu:

- Representasi linear
- Kurva segitiga
- Kurva S (Sigmoid)
- Kurva  $\pi$
- Kurva bentuk bahu

Dalam himpunan fuzzy, dikenal tiga operator dasar, yaitu:

- Interseksi  
 $\mu_{A \cap B} = \min \{ \mu_A[x], \mu_B[y] \}$
- Union  
 $\mu_{A \cup B} = \max \{ \mu_A[x], \mu_B[y] \}$
- Komplemen  
 $\mu_{A^c} = 1 - \mu_A[x]$

### 3. PEMBAHASAN

Algoritma genetika digunakan untuk mengoptimalkan variabel numeris dalam logika fuzzy. Untuk mengevaluasi kromosom hasil proses algoritma genetika, diperlukan paling sedikit satu aturan fuzzy dan data yang terdiri dari minimal satu data anteseden dan minimal satu data konsekuen. Dari proses yang dilakukan diharapkan bisa didapatkan jenis kurva sekaligus parameter-parameter himpunan fuzzy yang paling optimal.

Pseudocode dalam penentuan jenis kurva dan parameter himpunan fuzzy dengan algoritma genetika digambarkan dalam gambar 2.

```

Begin
  For i=1 to 4
    If (i=1) // kurva linear
      Inisialisasi populasi yang terdiri
      dari dua parameter: a dan b
    End if
    If (i=2) // kurva segitiga
      Inisialisasi populasi yang terdiri
      dari tiga parameter: a, b, dan c.
    End if
    If (i=3) // kurva sigmoid
      Inisialisasi populasi yang terdiri
      dari tiga parameter:  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$ .
    End if
    If (i=4) // kurva  $\pi$ 
      Inisialisasi populasi yang terdiri
      dari dua parameter:  $\beta$ , dan  $\gamma$ .
    End if
    Repeat
      Evaluasi individu
      Seleksi orang tua
      Pindah silang
      Mutasi
    Until maxIterasi
    Bandingkan individu terbaik di
    masing-masing tipe kurva, dan pilih
    individu tersebut sebagai tipe kurva dan
    parameternya.
  End for
End.

```

Gambar 2. Algoritma Genetika penentuan jenis kurva dan parameter himpunan fuzzy

#### 3.1 Desain kromosom

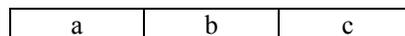
Karena targetnya adalah menentukan tipe dan parameter himpunan fuzzy, maka desain kromosom dibuat beberapa desain sesuai dengan jenis kurva himpunan fuzzy yang ada:

- Kurva linear  
Untuk kurva linear, diperlukan dua parameter saja, yaitu a dan b. Oleh karena itu desain kromosomnya adalah seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Desain kromosom untuk kurva linear

- Kurva segitiga  
Untuk kurva segitiga, diperlukan parameter sebanyak tiga, yaitu a, b, dan c. Oleh karena itu, desain kromosomnya adalah seperti pada gambar 4.



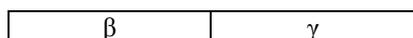
Gambar 4. Desain kromosom untuk kurva segitiga

- Kurva sigmoid  
Untuk kurva sigmoid, diperlukan tiga parameter, yaitu  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$ . Oleh karena itu, desain kromosomnya adalah seperti dalam gambar 5.



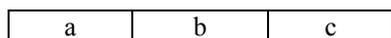
**Gambar 5.** Desain kromosom untuk kurva sigmoid

- Kurva  $\pi$   
Untuk kurva  $\pi$ , diperlukan dua parameter, yaitu  $\beta$ , dan  $\gamma$ , oleh karena itu desain kromosomnya adalah seperti dalam gambar 6.



**Gambar 6.** Desain kromosom untuk kurva- $\pi$

- Kurva bahu  
Untuk kurva bahu, parameternya sama dengan kurva segitiga, yaitu a,b, dan c. Oleh karena itu, desainnya sama dengan kurva segitiga, yaitu sebagaimana dalam gambar 7.



**Gambar 7.** Desain kromosom untuk kurva bahu

### 3.2 Evaluasi individu

Evaluasi dilakukan terhadap semua jenis kurva. Evaluasi dilakukan dengan memasukkan semua data anteseden ke dalam kurva hasil perhitungan. Hasil yang diperoleh sebagai konsekuen kemudian dibandingkan dengan data konsekuen. Semakin kecil selisihnya dari data yang dipunyai, maka fitness individu tersebut semakin baik.

$$eval(ki) = \sum_{j=1}^n tj - yi$$

Dimana ki adalah kromosom ke-i. ti adalah target atau data konsekuen ke-j dan yi adalah hasil implikasi data anteseden ke-j dengan kurva ke-j.

### 3.3 Seleksi Orang tua

Seleksi orang tua dilakukan dengan menggunakan roda roulette yang diputar sebanyak jumlah kromosom. Apabila jumlah individu terpilih ganjil, individu dikurangi satu secara acak.

### 3.4 Pindah Silang

Individu yang terpilih sebagai orang tua kemudian dipindah silangkan pada titik tertentu yang dipilih secara random. Pindah silang dibatasi dengan sebuah peluang pindah silang yang diset dengan nilai tertentu ( $P_c$ ). Apabila hasil random kurang dari  $P_c$ , pindah silang dilakukan. Apabila tidak, maka tidak dilakukan.

### 3.5 Mutasi

Mutasi dibatasi dengan peluang dengan nilai tertentu ( $P_m$ ). Apabila nilainya kurang dari  $P_m$ , dilakukan mutasi. Apabila tidak, tidak terjadi mutasi.

### 3.6 Membandingkan individu terbaik di masing-masing tipe kurva

Hal ini dilakukan untuk memilih tipe kurva mana yang paling optimal. Kurva dianggap optimal apabila selisih hasil konsekuen dengan data konsekuen paling sedikit.

Langkah-langkah tersebut diulangi sebanyak maxIterasi, sehingga didapatkan nilai yang paling optimal.

Dengan melakukan langkah-langkah di atas, kita bisa mendapatkan tipe himpunan fuzzy serta parameter himpunan fuzzy yang optimal. Dengan demikian, subjektivitas dalam penentuan himpunan fuzzy bisa dikurangi sehingga hasilnya akan lebih tepat.

## 4. IMPLEMENTASI

Misalnya diketahui aturan fuzzy sebagai berikut:

```
IF produksi BANYAK
THEN keuntungan BANYAK
```

Diketahui data produksi dan keuntungan 3 bulan terakhir seperti dalam tabel 1.

**Tabel 1.** Data produksi dan keuntungan

Bulan ke-	produksi	keuntungan
1	50	Rp.50.000
2	30	Rp.35.000
3	45	Rp.45.000

Selanjutnya dengan algoritma genetika akan dioptimasi parameter fuzzy dan tipe kurvanya.

Dari percobaan yang dilakukan, didapatkan hasil sebagai berikut:

- tipe kurva yang paling optimal adalah tipe kurva segitiga untuk himpunan fuzzy produksi dan kurva segitiga juga untuk himpunan fuzzy keuntungan
- parameter kurva tersebut adalah:  
produksi:  
30,30,50  
Keuntungan  
35.000,35.000,50.000

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Algoritma genetika bisa digunakan dalam menentukan tipe dan parameter-parameter himpunan fuzzy yang paling optimal. Dengan digunakannya algoritma genetika, hasil yang didapatkan bisa lebih

tepat dibandingkan dengan apabila himpunan fuzzy dibuat secara manual.

Metode ini belum diujicobakan dalam masalah yang mempunyai aturan fuzzy lebih dari satu. Oleh karena itu, diharapkan ada penelitian lebih lanjut tentang penerapan algoritma genetika dalam penentuan tipe dan parameter himpunan fuzzy dengan aturan lebih dari satu.

#### **PUSTAKA**

- [1] Kusumadewi, Sri. 2002. *Analisis dan Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Toolbox Matlab*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [2] Goldberg. D.E. 1989. *Genetic Algorithm in Search, Optimization and Machine Learning*. Addison-Wesley Publishing Co.
- [3] Whitley, Ed. 1993. *Foundation of Genetic Algorithms*. San Francisco.
- [4] Eiben. A.E.; Smith, J.E. 2003. *Introduction to Evolutionary Computing. Natural Computing Series*. New York: Springer
- [5] Suyanto. 2005. *Algoritma Genetika dalam Matlab*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- [6] Klir, George; Yuan, So. *Fuzzy Set and Fuzzy Logic*. Prentice Hall International, Inc.