

BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

Pada bab dua penelitian ini terdiri dari dua bagian yaitu kajian pustaka dan dasar teori. Kajian pustaka akan membahas secara umum mengenai penelitian-penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan topik skripsi dan membandingkan penelitian-penelitian tersebut dengan penelitian skripsi yang sedang dilakukan. Penelitian sebelumnya yang menjadi acuan dalam penelitian ini adalah penelitian oleh (Azizah, Cholissodin, & Mahmudy, 2015) yang berjudul “Optimasi Fungsi Keanggotaan *Fuzzy Tsukamoto* menggunakan Algoritme Genetika untuk Penentuan Harga Jual Rumah”, penelitian oleh (Gudwin, Gomide, & Pedrycz, 1998) yang berjudul “*Context Adaptation in Fuzzy Processing and Genetic Algorithm*”, dan penelitian oleh (Armanda & Mahmudy, 2016) yang berjudul “Penerapan Algoritme Genetika untuk Penentuan Batasan Fungsi Derajat Keanggotaan *Fuzzy Tsukamoto* pada kasus Peramalan Permintaan Barang” serta penelitian dari (Mandriana, 2017) yang berjudul “Optimasi *Fuzzy tsukamoto* menggunakan metode algoritme genetika untuk mendiagnosis autisme pada anak”. Dasar teori membahas mengenai teori yang mendukung penelitian ini dan didapatkan dari berbagai sumber pustaka. Pada penelitian ini, dasar teori memuat penjelasan mengenai konsep *Genetic Algorithm* atau Algoritme Genetika, *Fuzzy Tsukamoto* dan *Stroke*”.

2.1 Kajian Pustaka

Kajian Pustaka pada penelitian ini membahas perbandingan antara penelitian ini dengan tiga penelitian terdahulu. Penelitian pertama yang digunakan sebagai acuan dan pembanding adalah penelitian yang dilakukan oleh (Azizah, Cholissodin, & Mahmudy, 2015) Optimasi Fungsi keanggotaan *Fuzzy Tsukamoto* Menggunakan Algoritme Genetika untuk Penentuan Harga Jual Rumah. Penelitian kedua dengan penelitian yang dilakukan oleh (Gudwin, Gomide, & Pedrycz, 1998) yang membahas mengenai *Context Adaptation in Fuzzy Processing and Genetic Algorithm*, penelitian dari (Armanda & Mahmudy, 2016) Penerapan Algoritme Genetika untuk Penentuan Batasan Fungsi Derajat Keanggotaan *Fuzzy Tsukamoto* pada kasus Peramalan Permintaan Barang serta selanjutnya penelitian dari (Mandriana, 2017). Optimasi Fungsi Keanggotaan *Fuzzy Tsukamoto* menggunakan Algoritme Genetika untuk Diagnosis Autisme pada Anak.

Pada penelitian pertama, dengan menentukan parameter Algoritme Genetika, lalu membangkitkan populasi awal secara *random* sesuai dengan populasi yang sudah ditentukan. Kemudian, membentuk populasi baru dengan *Crossover* serta proses mutasi setelah itu konversi populasi awal beserta *offspring* digunakan dalam batasan fungsi keanggotaan dengan melalui proses *Fuzzy Tsukamoto*, defuzzifikasi menghitung nilai *error MAPE*. Melakukan perhitungan *fitness* kemudian seleksi untuk akhirnya menggunakan baru untuk generasi berikutnya. Dari hasil dan pengujian, dengan metode yang diajukan mampu menghasilkan rata-rata *error* sebesar 0.1369 dengan nilai *fitness* 0.8796

yang membuktikan bahwa penentuan harga perumahan menggunakan *Fuzzy Tsukamoto* dan Algoritme Genetika mampu menghasilkan hasil akhir yang optimal.

Untuk penelitian yang kedua, dimana *string* kromosom terdiri dari batasan-batasan fungsi keanggotaan *Fuzzy* yang disesuaikan dengan konsteks variabelnya masing-masing (batasan himpunan *Fuzzy*). Lalu populasi baru dibuat dengan *uniform Crossover*, *standard mutation*, dan *inductive mutation*. Dan untuk seleksi individunya menggunakan metode *roulette wheel*. Dengan hasil dan pengujiannya yang ketika kebutuhan fungsi keanggotaannya akan terpenuhi, maka fungsi transformasi yang monoton dari skema adaptasi konteks akan selalu menghasilkan jawaban yang tepat.

Untuk penelitian yang ketiga, pada penelitian Rifki dinyatakan metode Algoritme Genetika dan *Fuzzy Tsukamoto* dapat memberikan nilai *error* yang lebih rendah dalam studi kasus ini, maka pada penelitian ini metode Algoritme Genetika mampu menghasilkan nilai yang optimal dalam memprediksi atau meramalkan.

Untuk penelitian terakhir, hasil dan pengujiannya diperoleh nilai akurasi yang tinggi hingga mencapai 100% karena dapat dilihat dari nilai *fitness* yang bernilai 1 dan hasil perbandingan dengan data pakar yang telah dilakukan menunjukkan bahwa seluruhnya sesuai. Dengan *input* berupa jumlah *popsize*, *Crossover rate*, dan *mutation rate*, banyak generasi, gejala gejala yang dialami oleh penderita dan diagnosis pakar terhadap gejala gejala tersebut.

Untuk metodenya, dengan merepresentasi kromosom untuk menggunakan bilangan *real code* dengan metode *Crossover* yang digunakan adalah *extended intermediate Crossover*, sedangkan metode mutasi yang digunakan yaitu *random mutation*, dan untuk seleksi yang digunakan adalah *elitism selection*, pada penelitian ini mampu menyelesaikan permasalahan optimasi dalam pembentukan batasan fungsi derajat keanggotaan dalam masalah diagnosis autisme pada anak menggunakan *Fuzzy Tsukamoto* dan untuk Algoritme Genetika mampu membangkitkan nilai-nilai batasan untuk variabel *input* dan *output* yang digunakan pada proses inferensi guna mendapatkan nilai akurasi yang tinggi.

Dari kajian pustaka terhadap empat penelitian di atas, penulis memperoleh kesimpulan bahwa metode *Fuzzy Inference System* dengan Algoritme Genetika dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan klasifikasi tingkat risiko stroke. Oleh karena itu penulis menggunakan metode optimasi *Fuzzy Inference System* untuk mengklasifikasi tingkat risiko stroke sebagai metode dalam menyelesaikan permasalahan dalam penelitian skripsi ini. Rincian perbandingan dari dua penelitian sebelumnya dengan penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.1 Kajian Pustaka.

Tabel 2.1 Kajian Pustaka

No	Judul Penelitian	Input dan Output	Metode yang digunakan	Hasil dan pengujian
1	Optimasi Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy Tsukamoto</i> menggunakan Algoritme Genetika untuk Penentuan Harga Jual Rumah (Azizah, Cholissodin, & Mahmudy, 2015)	Objek: Harga rumah bulan November dari perumahan Permata Jingga Malang. Input: Kumpulan batasan fungsi keanggotaan. Output: Rata-rata <i>error</i> dan nilai <i>fitness</i> .	Menentukan parameter algoritme genetika, lalu membangkitkan populasi awal secara <i>random</i> sesuai dengan populasi yang sudah ditentukan. Kemudian, membentuk populasi baru dengan <i>Crossover</i> serta proses mutasi setelah itu konversi populasi awal beserta <i>offspring</i> digunakan dalam batasan fungsi keanggotaan dengan melalui proses <i>Fuzzy Tsukamoto</i> , defuzzifikasi menghitung nilai <i>error</i> MAPE. Melakukan perhitungan <i>fitness</i> kemudian seleksi untuk akhirnya menggunakan baru untuk generasi berikutnya. Dari hasil dan pengujian, dengan metode yang diajukan mampu menghasilkan rata-rata <i>error</i> sebesar 0.1369 dengan nilai <i>fitness</i> 0.8796 yang membuktikan bahwa penentuan harga perumahan menggunakan <i>Fuzzy Tsukamoto</i> dan Algoritme Genetika mampu menghasilkan hasil akhir yang optimal.	Hasil yang didapatkan dari pengujian yang dilakukan yaitu penggunaan algoritme mampu memperkecil <i>error</i> secara signifikan.
2	<i>Context Adaptation in Fuzzy Processing and Genetic Algorithm</i> (Gudwin, Gomide, & Pedrycz, 1998)	Input: Kumpulan batasan fungsi keanggotaan. Output: Batasan fungsi keanggotaan variabel <i>Fuzzy</i> . Parameter: Tingkat Pindah Silang = 50% dan Tingkat Mutasi = 50%.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>String</i> kromosom terdiri dari batasan-batasan fungsi keanggotaan <i>Fuzzy</i> yang disesuaikan dengan konsteks variabelnya masing-masing (batasan himpunan <i>Fuzzy</i>). • Populasi baru dibuat dengan <i>uniform Crossover</i>, <i>standard mutation</i>, dan <i>inductive mutation</i>. • Seleksi individu menggunakan metode <i>roulette wheel</i>. 	Ketika kebutuhan akan fungsi keanggotaan terpenuhi, fungsi transformasi yang monoton dari skema adaptasi konteks akan selalu menghasilkan jawaban yang tepat.
3	Penerapan Algoritme Genetika untuk Penentuan Batasan Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy Tsukamoto</i> pada Kasus peramalan Permintaan Barang (Armanda & Mahmudy, 2016)	Input: Batasan fungsi derajat keanggotaan, jumlah popsize, generasi, <i>Cr</i> dan <i>Mr</i> . Output: Nilai optimal dalam memprediksi dan meramalkan.	<i>Fuzzy Tsukamoto</i> , Algoritme Genetika.	Metode Algoritme Genetika dan <i>Fuzzy Tsukamoto</i> dapat memberikan nilai <i>error</i> yang lebih rendah dalam studi kasus ini, maka pada penelitian ini metode algoritme genetika mampu menghasilkan nilai yang optimal dalam memprediksi atau meramalkan.
4	Optimasi Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy Tsukamoto</i> menggunakan Algoritme Genetika untuk Diagnosis Autisme pada	Input: jumlah popsize, <i>Crossover rate</i> , dan <i>mutation rate</i> , banyak generasi, gejala gejala yang dialami oleh penderita dan diagnosis pakar	<i>Fuzzy Tsukamoto</i> , Algoritme Genetika.	pengujian yang telah dilakukan, didapatkan parameter yang paling optimal pada metode CARS yaitu pada populasi 50, generasi 200, serta kombinasi <i>Cr</i> = 0.8 dan <i>Mr</i> = 0.1

Anak (Mandriana, 2017)	terhadap gejala gejala tersebut. Output: Parameter terbaik algoritme genetika pada FIS Tsukamoto untuk mendiagnosis autisme pada anak		dengan fitness sebesar 1, sedangkan pada metode CHAT populasi 10, generasi 100, serta kombinasi $Cr = 0.9$ dan $Mr = 0.1$ dengan fitness sebesar 1.
------------------------	--	--	---

2.2 Definisi Stroke

Stroke atau gangguan dalam peredaran darah otak (GPOD) yaitu merupakan penyakit saraf yang sering ditemui dan diperlukannya penanganan secara tepat dan cepat. Stroke terjadi karena kelainan fungsi otak yang timbul secara mendadak dengan terjadinya gangguan saraf otak yang bisa terjangkit di setiap orang pada setiap waktu. Penyakit stroke telah banyak mengakibatkan kecacatan seperti gangguan gerak, kelumpuhan dalam berbicara, kemampuan dalam mengingat, proses berfikir dan juga kecacatan yang lain sebagai akibat timbulnya gangguan fungsi otak (Muttaqin, 2008).

Stroke dapat diartikan sebagai gangguan fungsi sistem saraf yang terjadi mendadak dan disebabkan gangguan yang terjadi dalam pembuluh darah di otak. Gangguan peredaran darah itu terjadi karena tersumbatnya pembuluh darah di otak, atau pecahnya pembuluh darah pada otak. Gangguan pada fungsi otak dapat menimbulkan gejala stroke (Pinzon R, 2010). Apabila dalam otak kekurangan oksigen, dapat menimbulkan kematian sel saraf.

2.2.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Stroke

Menurut beberapa peneliti kemungkinan terjadinya Stroke masih dapat dicegah. Maka dari itu, diperlukan kewaspadaan dini tentang faktor resiko Stroke yang dapat memicu munculnya pembunuh nomor tiga di Indonesia (P., 2009).

Faktor risiko stroke adalah faktor yang memperbesar kemungkinan seseorang untuk menderita stroke. Ada 2 macam golongan penyebab atau faktor risiko yang dapat menyebabkan seseorang terkena stroke, yaitu faktor yang tidak bisa diubah seperti : keturunan, jenis kelamin, umur, dan ras. Namun terdapat juga faktor yang dapat diubah yaitu obesitas, penyakit jantung dan hipertensi, diabetes militus, hiperkolesterol serta faktor gaya hidup (Sutrisno, 2007). Beberapa faktor yang mempengaruhi terjadinya penyakit stroke yang biasanya diperiksa dalam laboratorium dalam mendeteksi stroke (Iman, 2012):

1. Umur

Kejadian stroke bisa terjadi pada semua umur namun sebagian besar penderita umur diatas 55 tahun, dan pada setiap 10 tahun mendatang resiko stroke mengalami peningkatan dua kali lipat.

Tabel 2.2 Umur

Uraian	Tua	Muda
Umur	≥ 40	≤ 30

2. Total Kolesterol

Total kolesterol adalah kadar keseluruhan kolesterol yang beredar pada tubuh manusia. Zat ini merupakan zat lemak atau lipid amfipatik. Apabila kadar tersebut terlalu tinggi maka akan mempengaruhi kesehatan. Meski kolesterol tinggi tidak menyebabkan gejala apapun tetapi jika jumlahnya terlalu tinggi bisa membahayakan kondisi kesehatan tubuh.

Tabel 2.3 Total Kolesterol

Uraian	Baik	Buruk	Sedang
Kolesterol Total (mg/gl)	<200	200-239	>240

3. *LDL (Low Density Lipoprotein)*

Lipoprotein dengan kepadatan yang rendah, biasa disebut *LDL*. Jika Kadar *LDL* terlalu tinggi maka seseorang itu akan berpotensi terkena stroke, sedangkan jika kadar *LDL* nya rendah maka orang tersebut memiliki risiko yang rendah terkena stroke. *LDL* dikenal juga sebagai kolesterol jahat.

Tabel 2.4 LDL

Uraian	Baik	Sedang	Buruk
<i>LDL</i> (mg/gl)	<100	100-129	>130

4. *HDL (High Density Lipoprotein)*

HDL dengan kepadatan yang tinggi disebut kolesterol baik dikarenakan *HDL* tersebut dapat mengangkut kolesterol dari suatu sel-sel dan kembali ke hati. Di dalam hati nantinya kolesterol akan dihancurkan atau dikeluarkan oleh tubuh melalui kotoran. Dapat dikatakan semakin tinggi kadar *HDL* seseorang maka potensi seseorang terkena penyakit stroke semakin rendah.

Tabel 2.5 HDL

Uraian	Baik	Sedang	Buruk
<i>HDL</i> (mg/gl)	>45	-	-

5. Trigliserida

Trigliserida adalah sejenis lemak yang bermanfaat sebagai sumber energi. Saat kita mengonsumsi makanan yang berlebihan pada saat dibutuhkan oleh tubuh, maka kelebihan kalori akan disimpan sebagai trigliserida pada sel-sel lemak. Misalnya pada saat berpuasa, kita tidak makan seharian karena masih mempunyai kalori yang dirasa cukup pada tubuh dikarenakan apa makanan yang kita konsumsi saat sahur. Trigliserida sangat diperlukan oleh tubuh dalam kadar normal.

Tabel 2.6 Trigliserida

Uraian	Baik	Sedang	Buruk
Trigliserida (mg/gl)	<150	150-119	>200

2.3 Logika Fuzzy

Logika adalah bagian kecil dari proses penalaran manusia di mana dalam proses penalaran tersebut dipengaruhi adanya persepsi matematis (Ross, T. J., 2010). *Fuzzy* merupakan suatu bilangan samar yang dimana setiap bilangan yang ada di dalamnya memiliki batasan nilai mulai dari 0 hingga 1 (Klir, 1995). Logika *Fuzzy* adalah suatu metode yang digunakan untuk membentuk kapasitas manusia atas penalaran tidak pasti atau penalaran perkiraan. Dalam suatu Logika *Fuzzy* semua kebenaran berbentuk sebagian atau dikira-kira. Sehingga penalaran tersebut dapat merepresentasikan kemampuan manusia dalam memutuskan sesuatu di bawah ketidakpastian (Ross, T. J., 2010). Ketika logika klasik mengatakan bahwa segala hal bisa direpresentasikan secara biner (0 atau 1, hitam atau putih) maka pada Logika *Fuzzy* menggantikan suatu nilai tersebut ke dalam sebuah derajat kebenaran yang berkisar antara 0 hingga 1 dan dalam konsep tidak pasti seperti “sedikit”, “agak”, atau “sangat” (Klir, 1995).

2.3.1 Istilah dalam Logika Fuzzy

Ada beberapa hal yang dapat diketahui dalam memahami Logika *Fuzzy* yaitu:

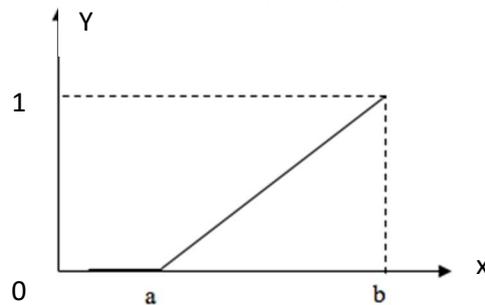
1. Variabel *Fuzzy* atau suatu variabel linguistik adalah variabel yang hendak dibahas di dalam suatu sistem *Fuzzy*. Sebagai contoh, ‘John Rendah’ mengindikasikan bahwa variabel linguistik ‘John’ memiliki nilai linguistik rendah. Dengan variabel linguistik rendah ini nantinya akan digunakan dalam aturan *Fuzzy* (Negnevitsky, 2002)
2. Himpunan *Fuzzy* adalah suatu kumpulan yang mewakili pada kondisi tertentu dalam variabel *Fuzzy*. Pada himpunan *Fuzzy* mempunyai dua atribut antara lain (Kusumadewi, 2004)
 - a. Linguistik, yang dimana penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan maupun kondisi tertentu dengan bahasa alami. Contohnya: muda, paruh baya, tua.
 - b. Numeris, yaitu terdapat suatu nilai angka yang akan menunjukkan ukuran dari sebuah variabel. Contohnya: 8, 10, 12.
3. Semesta pembicaraan yaitu keseluruhan nilai yang dapat diperbolehkan untuk dioperasikan pada suatu variabel *Fuzzy*. Semesta pembicaraan adalah suatu himpunan bilangan real yang senantiasa akan bertambah secara monoton dari kiri ke kanan. Pada nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Contohnya: semesta pembicaraan untuk variabel temperatur adalah $X = [0,100]$. Dalam hal tersebut, maka nilai yang diperbolehkan untuk dapat dioperasikan dalam variabel temperatur yaitu lebih besar atau sama dengan 0, atau kurang dari atau sama dengan 100 (Kusumadewi, 2004)
4. Domain himpunan *Fuzzy* merupakan suatu keseluruhan nilai yang diizinkan dalam semesta pembicaraan dan dapat dioperasikan dalam suatu himpunan *Fuzzy*. Sifat dari domain sama dengan semesta pembicaraan. Contoh: domain himpunan *Fuzzy* untuk semesta Muda = $[0,45]$ (Kusumadewi, 2004)

2.3.2 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik *input* data ke dalam nilai keanggotannya yang memiliki interval 0 sampai 1. Dalam sebuah himpunan *Fuzzy* terdapat beberapa representasi dari fungsi keanggotaan, salah satunya yaitu representasi linier. Pada representasi linier, pemetaan *input* ke derajat keanggotaan digambarkan dengan suatu garis lurus. Ada dua buah keadaan himpunan *Fuzzy* yang linier, yaitu representasi linier naik dan representasi linier turun.

1. Representasi Linier Naik

Pada representasi linier naik, kenaikan nilai derajat keanggotaan himpunan *Fuzzy* ($\mu[x]$) dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol [0] bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi. Fungsi keanggotaan representasi linier naik dapat dicari dengan cara merumuskan himpunan *Fuzzy*. Himpunan *Fuzzy* pada representasi linier naik digambarkan seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2.1 Grafik Representasi Linier Naik

Sumber: (Kusumadewi, 2004)

Rumus representasi linear naik:

$$\mu[x, a, b] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \quad (2.1)$$

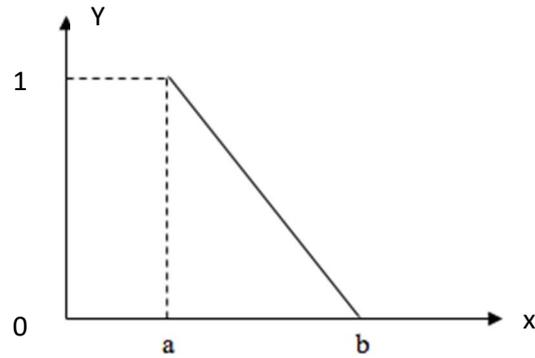
a = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan nol

b = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan satu

x = nilai input yang akan di ubah ke dalam bilangan *Fuzzy*

2. Representasi Linier Turun

Pada representasi linier turun, garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan himpunan *Fuzzy* $\mu[x]$ tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan himpunan *Fuzzy* lebih rendah. Himpunan *Fuzzy* pada representasi linier turun digambarkan seperti pada Gambar 2.3:



Gambar 2.2 Grafik Representasi Linier Turun

Sumber: (Kusumadewi, 2004)

Rumus representasi linear turun:

$$\mu[x, a, b] = \begin{cases} (b - x)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \quad (2.2)$$

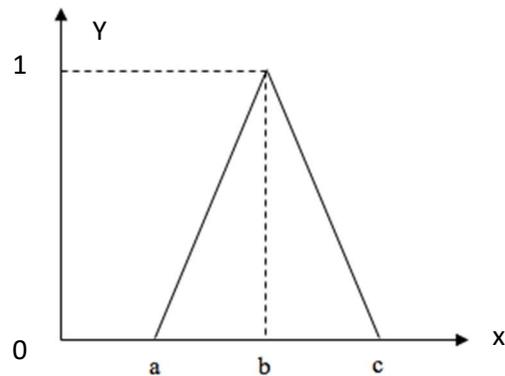
a = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan satu

b = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan nol

x = nilai input yang akan di ubah ke dalam bilangan *Fuzzy*

3. Representasi Segitiga

Representasi Kurva Segitiga, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan dengan bentuk segitiga dimana pada dasarnya bentuk segitiga tersebut gabungan antara 2 garis linier. Nilai-nilai di sekitar b memiliki derajat keanggotaan turun yang cukup tajam (menjauhi 1). (Gambar.2.4).



Gambar 2.3 Grafik Representasi Kurva Segitiga

Sumber: (Kusumadewi, 2004)

Rumus representasi kurva segitiga:

$$\mu[x, a, b, c] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ (c - x)/(c - b); & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2.3)$$

a = nilai domain terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan nol

b = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan satu

c = nilai domain terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan nol

2.3.3 Inferensi Fuzzy Tsukamoto

Inferensi merupakan proses penggabungan banyaknya aturan berdasarkan data yang ada. Suatu komponen yang melakukan inferensi dalam sistem pakar disebut dengan sistem inferensi. Pada Inferensi *Fuzzy Tsukamoto*, maka setiap aturan direpresentasikan menggunakan himpunan-himpunan *Fuzzy*, dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Untuk nilai output *Crisp* (Z) dicari dengan mengubah *input* (berupa himpunan *Fuzzy* yang dapat diperoleh dari suatu komposisi aturan-aturan *Fuzzy*) menjadi suatu bilangan pada domain himpunan *Fuzzy* tersebut. Cara ini biasa disebut dengan metode defuzzifikasi. Metode defuzzifikasi yang digunakan dalam Inferensi *Fuzzy Tsukamoto* yaitu metode defuzzifikasi rata-rata terpusat (*Center Average Defuzzifier*) (Jang, 1997)

Ada beberapa tahap untuk cara kerja pada Logika *Fuzzy* yaitu (Sutoyo, 2011) :

1. Tahapan fuzzifikasi yaitu proses mengubah *input* bilangan tegas berubah menjadi variabel linguistik dengan menggunakan variabel keanggotaan.
2. Membuat suatu bentuk basis pengetahuan *Fuzzy* yang biasa disebut dengan *rule* (aturan).
3. Mesin Inferensi yang berguna untuk melakukan proses mengubah *input* menjadi *output Fuzzy* dengan menggunakan aturan aturan yang telah tersedia.
4. Defuzzifikasi yaitu tahap utama dalam mengubah *output Fuzzy* dari mesin inferensi berubah menjadi nilai tegas dengan suatu fungsi keanggotaan *Fuzzy*.

$$Z = \frac{\sum \alpha_{p_i} Z_i}{\sum \alpha_{p_i}} \quad (2.4)$$

Keterangan :

- Z = defuzzifikasi rata-rata terpusat (*Center Average DeFuzzyfier*)
- α_{p_i} = nilai *alpha* predikat (nilai minimal dari derajat keanggotaan)
- Z_i = nilai *Crisp* yang didapat dari hasil inferensi
- i = jumlah aturan *Fuzzy*

2.3.4 Fuzzy Tsukamoto

Fuzzy Tsukamoto memiliki suatu *rule* yang dimana dapat menentukan bagaimana perhitungan hasil *outputnya* nanti. Aturan yang sudah tersedia akan direpresentasikan menggunakan himpunan *Fuzzy*, agar nilai *output Crisp* atau nilai tegas Z didapatkan dengan cara mengubah *input* yang berupa himpunan *Fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *Fuzzy* menjadi suatu bilangan di dalam domain himpunan *Fuzzy* tersebut. Cara ini biasa disebut dengan defuzzifikasi atau penegasan. Di dalam metode penegasan yang dipakai pada inferensi *Fuzzy Tsukamoto* yaitu metode defuzzifikasi rata-rata terpusat (*Center Average DeFuzzyfier*) (Lee, 2005). Persamaan metode defuzzifikasi rata-rata terpusat dapat dilihat pada persamaan (2.4).

$$Z = \frac{(a1 \times z1) + (a2 \times z2)}{a1 + a2} \quad (2.5)$$

Dimana:

Z = nilai *Crisp output*

$a1$ = nilai keanggotaan anteseden dari aturan *Fuzzy*

$z1$ = nilai *output* pada aturan *Fuzzy*

$a2$ = nilai keanggotaan anteseden dari aturan *Fuzzy*

$z2$ = nilai *output* pada aturan *Fuzzy*

2.4 Algoritme Genetika

Genetic Algorithm atau Algoritme Genetika adalah salah satu tipe Algoritme Evolusi yang populer dan sudah banyak digunakan untuk masalah-masalah kompleks pada berbagai bidang. Algoritme Genetika bekerja dengan sebuah populasi yang terdiri dari suatu individu-individu yang dimana masing-masing dapat merepresentasikan sebuah solusi yang mungkin bagi persoalan yang ada. Dalam sebuah kaitan ini, individu dapat dilambangkan sebuah nilai *fitness* yang akan digunakan dalam mencari solusi terbaik dari persoalan yang ada (Kuswadi, 2007).

Di dalam pertahanan yang tinggi dari individu memberikan kesempatan untuk melakukan suatu reproduksi melalui perkawinan silang dengan individu lain di dalam populasi dan akan menghasilkan keturunan atau *offspring*. Yang nantinya, untuk individu dalam populasi yang tidak masuk seleksi, maka akan mati dengan sendirinya. Untuk beberapa generasi dengan karakter yang baik akan bermunculan dalam populasi tersebut dan kemudian dicampur serta ditukar bersama karakter dari individu lain. Begitupula dengan mengawinkan semakin banyak individu maka akan semakin banyak pula kemungkinan terbaik yang bisa didapatkan (Kuswadi, 2007).

2.4.1 Parameter Algoritme Genetika

Parameter-parameter yang ada pada Algoritme Genetika diantaranya yaitu (Mahmudy, 2013) :

1. Ukuran Populasi (*popsize*).

Ukuran populasi merupakan jumlah kromosom yang ada pada populasi dalam satu generasi. Populasi yang besar dapat mencegah dimana terjadinya suatu konvergensi dini di dalam wilayah lokal namun disisi lainnya dapat menambah waktu komputasi.

2. Tingkat pindah silang atau *Crossover rate* (Cr).

Yang dimana frekuensi pindah silang dapat dikendalikan oleh nilai ini. Di dalam setiap populasi, sebanyak $Cr * popsiz$ struktur akan melakukan pindah silang. Semakin tinggi nilai Cr , maka semakin cepat struktur baru diperkenalkan dalam suatu populasi. Dan sebaliknya, dalam probabilitas yang rendah akan dapat menghalangi adanya proses pencarian paling optimal.

3. Tingkat mutasi atau *mutation rate* (Mr).

Untuk mutasi, dapat digunakan dalam meningkatkan variasi populasi. Mutasi dapat dilakukan secara acak, namun tiap unit dasar (*bit*, posisi, atau token) dalam struktur memiliki kemungkinan tertentu untuk dipertukarkan. Nilai Mr

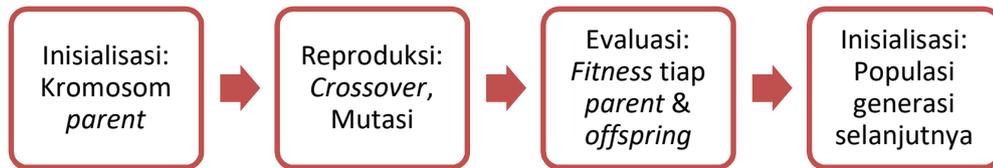
yang rendah dapat mengakibatkan gen-gen yang berpotensi tidak dapat dicoba. Namun sebaliknya, pada tingkat mutasi yang tinggi akan menyebabkan keturunan dapat kehilangan kemiripan ciri dengan induknya maupun dengan kata lain dapat menghancurkan pencarian daerah solusi.

4. Kondisi berhenti atau *stop*.

Kondisi *stop* ini dapat ditentukan oleh banyaknya suatu jumlah iterasi yang dilakukan terhadap proses evaluasi di setiap generasi. Maka salah satu cara untuk menentukan kondisi berhenti tersebut yaitu dengan menentukannya jumlah generasi yang cocok agar Algoritme Genetika yang telah dirancang akan menjadi efektif serta efisien dalam melakukan optimasi.

2.4.2 Siklus Algoritme Genetika

Secara umumnya, dalam sebuah penerapan metode Algoritme Genetika akan melalui suatu siklus sederhana yang terdiri dari langkah langkah yaitu inialisasi, reproduksi, evaluasi, serta kembali dalam inialisasi untuk populasi generasi selanjutnya seperti pada Gambar 2.4 (Mahmudy, 2013):



Gambar 2.4 Diagram Siklus Algoritme Genetik

Sumber: (Mahmudy, 2013)

1. Inialisasi

Inialisasi akan dilakukan untuk membangkitkan himpunan solusi baru secara acak yang terdiri atas sejumlah string kromosom dan ditempatkan pada populasi sesuai dengan ukuran populasi (*popsize*) yang telah ditetapkan. Untuk panjang setiap string kromosom akan dihitung berdasarkan presisi variabel solusi yang dicari. Di dalam penelitian ini, berarti untuk panjang kromosom yaitu jumlah semua batasan fungsi keanggotaan yang ingin ditentukan melalui suatu proses Algoritme Genetika. Berikut pada Tabel 3 merupakan contoh pembangkitan kromosom parent dengan *popsize*=4 menggunakan representasi kromosom bilangan *real* dengan panjang kromosom 4.

Tabel 2.7 Contoh Parent Hasil Inialisasi Algoritme Genetika

Parent	Kromosom			
	1	2	3	4
P1	8	30	46	60
P2	9	47	64	83
P3	28	56	60	78
P4	15	26	38	86

2. Reproduksi

Reproduksi akan dilakukan untuk menghasilkan keturunan dari individu-individu yang ada di populasi. Himpunan keturunan tersebut ditempatkan dalam penampungan *offspring*. Operator genetika yang dipakai pada tahap ini yaitu pindah silang dan mutasi. Rasio *offspring* yang dihasilkan proses pindah silang terhadap ukuran populasi adalah sebanyak $Cr \times popsize$. Rasio *offspring* yang dihasilkan proses mutasi terhadap ukuran populasi yaitu sebanyak $Mr \times popsize$. Serta untuk proses *Crossover* bisa dilakukan dengan berbagai cara, tergantung pada representasi kromosom yang dipakai. Untuk representasi kromosom di atas, salah satu metode sederhana yang bisa dipakai adalah dengan menggunakan satu modifikasi *one-cut point Crossover*. *Crossover* tersebut dilakukan dengan cara memilih dua induk (*parent*) secara ter acak dari populasi. Metode ini secara acak memilih satu titik potong dan menukarkan bagian kanan dari tiap induk untuk menghasilkan *offspring*. Jika $Cr=0,25$, $popsize=4$, dan *parent* yang terbentuk seperti pada contoh inisialisasi di atas, maka proses *Crossover* yang dilakukan adalah sebanyak 1 buah. Berikut adalah contoh proses *Crossover* yang terjadi jika induk yang terpilih adalah P1 dan P2 dan titik potong yang terpilih adalah 3. Berikut Gambar 2.5 akan mengilustrasikan proses *Crossover* yang terjadi.

P1	[8	30	46	60]
P2	[9	47	64	83]
C1	[8	30	46	83]

Gambar 2.5 Contoh Hasil Crossover

Proses mutasi tersebut dilakukan dengan penentuan yang langsung ditentukan dan kemudian dapat menghasilkan nilai yang menyatakan *offspring* yang akan dihasilkan pada proses mutasi yang rumusnya dapat dihasilkan seperti berikut.

$$Offspring = Mr \times Popsiz$$

$$x'_i = x_i + r(max_i - min_i) \quad (2.6)$$

Dimana:

x'_i = Nilai *gen* terpilih yang baru

r = *Random* [-0.1, 0.1]

max_i = Nilai *maximum* dari domain *variable* x_i

min_i = Nilai *minimum* dari domain *variable* x_i

3. Evaluasi

Evaluasi ini digunakan untuk menghitung *fitness* pada setiap kromosomnya. Semakin besar nilai *fitness* yang dapat dihasilkan, maka semakin baik pula suatu kromosom tersebut untuk dapat dijadikan calon solusi. Pada penelitian ini, nilai *fitness* ditentukan dari persentase akurasi yang akan dihasilkan perangkat lunak dengan data aktual atau data uji yang terhimpun. Berikut merupakan persamaan untuk mencari nilai *fitness* pada penelitian ini.

$$Fitness = \frac{Jumlah\ Data\ yang\ sesuai}{Jumlah\ Semua\ Data\ Uji} \times 100 \quad (2.7)$$

4. Seleksi

Dalam proses seleksi dilakukan untuk memilih individu dari himpunan populasi dan *offspring* yang dipertahankan hidup pada generasi berikutnya. Maka semakin besar nilai *fitness* sebuah kromosom, semakin besar pula peluangnya untuk dapat terpilih. Maka dari itu, tujuan dari sebuah seleksi yaitu untuk membentuk generasi berikutnya yang dapat lebih baik daripada generasi sekarang. Untuk salah satu metode seleksi yaitu *elitism*.