

## Klasifikasi Tingkat Risiko Penyakit Stroke Menggunakan Metode GA- Fuzzy Tsukamoto

Vina Adelina<sup>1</sup>, Dian Eka Ratnawati<sup>2</sup>, M. Ali Fauzi<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya  
Email: <sup>1</sup>vinadelinaerlisa@gmail.com, <sup>2</sup>dian\_ilkom@ub.ac.id, <sup>3</sup>moch.ali.fauzi@ub.ac.id

### Abstrak

Stroke adalah sindroma klinis yang awal timbulnya mendadak, cepat, yang berupa defisit neurologis fokal atau global, yang terkadang berlangsung 24 jam atau nantinya akan langsung menimbulkan kematian. Masalah penyakit stroke di Indonesia memerlukan perhatian yang serius karena jumlah kasus yang terus meningkat dan mempunyai angka kematian yang tinggi. Salah satu penanganan yang diperlukan adalah melakukan langkah-langkah deteksi dini stroke dalam bentuk SKD (Sistem Kewaspadaan Dini) pada kejadian stroke. Telah ditemukan penelitian untuk memperkirakan risiko penyakit stroke menggunakan inferensi Logika Fuzzy, dari 15 data uji mendapatkan akurasi 60%. Maka untuk mengoptimalkan hasil tersebut digunakan inferensi Fuzzy Tsukamoto untuk melakukan optimasi terhadap fungsi derajat keanggotaan menggunakan Algoritme Genetika. Representasi kromosom yang digunakan pada penelitian ini adalah real code yang mana pada setiap kromosom menginisialisasi batasan-batasan pada semua variabel fuzzy. Metode Crossover dengan menggunakan one cut point, kemudian metode mutasi yang digunakan adalah random mutation serta metode seleksi yang digunakan yaitu elitism selection. Diketahui bahwa akurasi sistem menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto-GA dari hasil dilakukannya pengoptimalan batasan fungsi keanggotaan adalah 86.66% yang didapatkan. Dengan parameter terbaik yang mempunyai hasil optimal yaitu jumlah popsize sebesar 500, kemudian banyak generasi 1000 serta gabungan  $Cr=0,5$  dan  $Mr=0,6$ .

**Kata kunci:** Stroke, Algoritme Genetika, Fuzzy Tsukamoto, Klasifikasi

### Abstract

Stroke is clinical syndrome which usually comes sudden, quick, in a form of focal or global neurological deficits that happen within 24 hours or sometimes can cause a death. Stroke problems in Indonesia need a serious attention because of the number of death is high and always increasing. On of the necessary handling is detecting the symptoms of stroke in a form of SKD ( Sistem Kewaspadaan Dini). Research found that to estimate the risk of stroke, it can uses Fuzzy Logic Inference. From the 15 test data that has been done, the result gets 60% accuration. To optimize the result of membership degree function, it uses genetics algorithm in Fuzzy Tsukamoto inference. Representation of chromosomes used is real code which every chromosomes initialize the limitations in all Fuzzy variables. Crossover method using one cut point, random mutation used for mutation method and elitism selection used for election method. It is known that the result from optimization from the system accuration using Fuzzy Tsukamoto-GA is 86.66% and the number of popsize which from the best parameter of the optimum result is 500, and the number of generations is 1000 as well as the combination  $Cr = 0,5$  and  $Mr = 0,6$ .

**Keywords:** : Stroke, Genetics Algorithm, Fuzzy Tsukamoto, Classification

### 1. PENDAHULUAN

Stroke adalah sindroma klinis yang awal timbulnya mendadak dan cepat, yang berupa defisit neurologis fokal dan atau global, yang terkadang berlangsung 24 jam atau nantinya

akan langsung menimbulkan kematian, dan semata-mata disebabkan oleh gangguan peredaran darah otak non traumatik (Oktamiati, 2014).

Menurut data yang dikumpulkan oleh Yayasan Stroke Indonesia, masalah stroke semakin penting dan mendesak karena kini

jumlah penderita stroke di Indonesia adalah terbanyak dan menduduki urutan pertama di Asia. Jumlah kematian yang disebabkan oleh stroke menduduki urutan kedua pada usia diatas 60 tahun dan urutan kelima pada usia 15-59 tahun (Yastroki, 2012).

Pendeteksian awal penyakit stroke biasanya membutuhkan waktu yang cukup lama. Dengan kemajuan teknologi, stroke dapat dicegah dengan adanya pendekteksian risikonya sejak dini sehingga dapat mendapatkan penanganan dengan cepat dan memperbesar kemungkinan penyembuhan. Keuntungan lainnya dengan adanya pendekteksian secara cepat yaitu efisiensi untuk biaya perawatan, dan semakin banyak orang yang dapat mendiagnosa risiko tersebut secara cepat.

Diketahui untuk permasalahan ini terdapat beberapa metode sistem inferensi dalam model Logika *Fuzzy* yaitu dengan salah satu metodenya FIS *Tsukamoto* yang dapat digunakan untuk permasalahan yang membutuhkan pertimbangan, serta metode ini digunakan karena mempunyai kelebihan yaitu diantaranya dapat memahami suatu permasalahan yang samar, dan bersifat fleksibel (Thamrin, 2012). Maka dari itu, Logika *Fuzzy* dapat digunakan untuk memperkirakan penalaran (Ross, T. J., 2010) yang artinya, dengan metode Logika *Fuzzy* dapat merepresentasikan variasi atau impresisi pada logika serta cara untuk menggunakan bahasa natural dalam sebuah logika, sehingga dapat memberikan suatu tanggapan yang bersifat kualitatif, maupun tidak akurat. Namun, dengan menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto* saja dalam menentukan suatu batasan fungsi keanggotaan belum menghasilkan batasan fungsi keanggotaan yang optimal. Maka dari itu, permasalahan terjadi pada penentuan batasan fungsi keanggotaan setiap parameter. Dengan melakukan kombinasi dengan cara mengoptimasi nilai batasan fungsi keanggotaan setiap parameter dengan menggunakan metode Algoritma Genetika. Pada Algoritma Genetika diketahui mampu menghasilkan solusi terbaik dalam penyelesaian masalah yang berbentuk optimasi dengan banyak obyek (Mahmudy, 2013).

Diketahui pada penelitian yang dilakukan oleh (Mandriana, 2017) menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto* dapat menghasilkan akurasi sebesar 70% untuk diagnosis autisme pada anak, sedangkan setelah mengkombinasikan Algoritma Genetika untuk optimasi batasan

fungsi keanggotaan *Fuzzy Tsukamoto* mendapatkan hasil akurasi sebesar 100%. Kemudian dalam suatu penelitian, masalah pada inferensi menggunakan Logika *Fuzzy* muncul ketika variabel dan himpunan *Fuzzy* yang terlibat pada proses inferensi tergolong banyak, maka diperlukan sebuah solusi yang bisa memberikan batasan-batasan fungsi keanggotaan yang sesuai pada setiap variabel, maka pada penelitian dari (Azizah, Cholissodin, & Mahmudy, 2015) mencoba untuk menggabungkan Logika *Fuzzy Tsukamoto*, Algoritme Genetika, dan untuk mengoptimalkan fungsi keanggotaan setiap variabel pada kasus penentuan harga jual rumah. Metode yang diajukan mampu menghasilkan hasil akhir yang optimal, dengan perhitungan MAPE menghasilkan rata rata error sebesar 0.1369 dengan nilai *fitness* 0.8796.

Dari hasil penjelasan penelitian diatas, *Fuzzy Tsukamoto* telah diketahui dapat memahami suatu permasalahan yang samar, bersifat fleksibel, serta dapat memberikan tanggapan atau solusi yang bersifat ambigu. Sedangkan dalam penelitian ini Algoritme Genetika akan digunakan untuk meningkatkan akurasi untuk menentukan batasan-batasan fungsi keanggotaan pada metode *Fuzzy Tsukamoto*. Metode tersebut digunakan karena diketahui dapat mengklasifikasikan serta mengoptimasi fungsi keanggotaan, yang diharapkan bisa membantu dengan lebih cepat dan mudah serta diharapkan mendapatkan hasil akurasi yang baik dalam penentuan tingkat risiko penyakit Stroke serta nantinya diharapkan dapat membantu mengklasifikasikan risiko stroke lebih optimal dan untuk kedepannya bisa menekan angka prevalensi stroke di Indonesia.

## 2. STROKE

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. 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).

**2.1. Faktor yang Mempengaruhi Stroke**

Beberapa faktor yang mempengaruhi 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.

Tua =  $\geq 40$

Muda =  $\leq 30$

2. Total Kolesterol

Total kolesterol adalah kadar keseluruhan kolesterol yang beredar pada tubuh manusia.

Baik =  $< 200$  mg/gl

Sedang =  $200-239$  mg/gl

Buruk =  $> 240$  mg/gl

3. LDL (*Low Densisty Lipoprotein*)

Lipoprotein dengan kepadatan yang rendah, biasa disebut LDL. LDL dikenal juga sebagai kolesterol jahat (Harsono, 2005).

LDL Baik =  $< 100$  mg/gl

LDL Sedang =  $100-129$  mg/gl

LDL Buruk =  $> 130$  mg/gl

4. HDL (*High Desity Lipoprotein*)

HDL dengan kepadatan yang tinggi disebut kolesterol baik dikarenakan HDL tersebut dapat mengangkut kolesterol dari suatu sel-sel dan kembali ke hati (Harsono, 2015).

HDL Baik =  $> 45$  mg/gl

HDL Sedang = -

HDL Buruk = - 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 selsel lemak.

Trigliserida Baik =  $< 150$  mg/gl

Trigliserida Sedang =  $150-119$  mg/gl

Trigliserida Buruk =  $> 200$  mg/gl

**2.2. Logika Fuzzy**

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, 2010).

**2.2.1. 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 aturanaturan 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) (Setiadji, 2009). Ada beberapa tahap untuk cara kerja pada logika Fuzzy yaitu (Sutoyo, 2011).

1. Fuzzifikasi
2. Membuat rule (aturan)
3. Mesin inferensi
4. Defuzzifikasi

**2.2.2. Fuzzy Tsukamoto**

Fuzzy Tsukamoto memiliki suatu rule yang dimana dapat menentukan bagaimana perhitungan hasil outputnya nanti. Di dalam metode penegasan yang dipakai pada inferensi Fuzzy Tsukamoto yaitu metode defuzzifikasi rata-rata terpusat (Center Average Defuzzifier) (Lee, 2005).

$$Z = \frac{(a1 \times z1) + (a2 \times z2)}{a1 + a2} \tag{1}$$

Keterangan :

- 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

### 2.3. 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).

#### 2.3.1. Parameter Algoritma Genetika

Dalam Algoritme Genetika terdapat beberapa parameter antara lain:

1. Ukuran Populasi (*Popsi*)
2. Tingkat pindah silang atau *Crossover rate* (*Cr*)
3. Tingkat Mutasi atau *Mutation Rate* (*Mr*)
4. Kondisi berhenti atau *stop*

#### 2.3.2. Siklus Algoritma Genetika

Siklus dalam Algoritme Genetika yaitu :

1. Inisialisasi
2. Reproduksi (*Crossover*, Mutasi)
3. Evaluasi (*Fitness & Offspring*)
4. Populasi generasi selanjutnya

### 3. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Langkah awal proses ini adalah melakukan perhitungan data yang terdiri dari Umur, Kolesterol Total, *HDL*, *LDL*, Trigliserida. Data tersebut nantinya akan diklasifikasikan untuk mengetahui bahwa orang tersebut apakah mempunyai risiko untuk terkena penyakit stroke secara normal, sedang, atau tinggi. Pengklasifikasian risiko stroke menggunakan inferensi *Fuzzy Tsukamoto* memerlukan fungsi keanggotaan dan sejumlah aturan (*rule*). Proses klasifikasi risiko stroke menggunakan inferensi *Fuzzy Tsukamoto* adalah sebagai berikut:

1. Menentukan parameter inferensi *Fuzzy Tsukamoto* yang meliputi: a). Fungsi derajat keanggotaan; b). Aturan *fuzzy*
2. Melakukan inferensi *fuzzy Tsukamoto* dengan langkah sebagai berikut:
  - a). Menghitung fuzzifikasi terhadap semua variabel *input* sesuai dengan fungsi derajat keanggotaannya;
  - b). Melakukan inferensi dengan memasukkan semua data derajat

keanggotaan ke dalam *rule* yang sesuai dengan metode OR yang akan menghasilkan nilai minimal dari apredikat yang sesuai. Setelah itu mencari nilai *zi* untuk setiap variabel *output* Risiko Stroke dengan nilai  $\alpha$ -predikat yang didapatkan sesuai dengan *rule* yang ada; c). Menghitung nilai *crisp Z* dengan melakukan defuzzifikasi variabel *output* menggunakan metode *Weighted Average* untuk mendapatkan nilai *crisp* dari inferensi *fuzzy*.

d). Menghitung fuzzifikasi variabel *output* untuk menentukan hasil klasifikasi risiko stroke.

Pengklasifikasian risiko stroke menggunakan inferensi *Fuzzy Tsukamoto* membutuhkan fungsi keanggotaan dan sejumlah aturan (*rule*). Fungsi keanggotaan didapatkan melalui proses Algoritme Genetika. Dalam proses optimasi fungsi keanggotaan inferensi *Fuzzy Tsukamoto* menggunakan Algoritme Genetika adalah sebagai berikut:

1. Inisialisasi parameter awal adalah parameter Algoritme Genetika yang meliputi: a). Ukuran populasi pada setiap generasi (*popsi*); b). Jumlah generasi c). Tingkat pindah silang/probabilitas *Crossover* (*Cr*); d). Tingkat mutasi atau probabilitas mutasi (*Mr*).
2. Membangkitkan populasi awal sebanyak nilai *popsi* yang telah ditentukan sebelumnya dan sesuai dengan representasi kromosom yang sesuai untuk kasus yang akan dipecahkan
3. Membuat populasi baru atau reproduksi dengan langkah sebagai berikut: a). Melakukan proses *Crossover* pada induk yang terpilih berdasarkan jumlah *Crossover* yang ditentukan dari perkalian jumlah *popsi\*Cr* yang telah ditentukan dengan metode *One-cut Point Crossover*; b). Melakukan proses mutasi pada induk yang terpilih berdasarkan jumlah mutasi yang ditentukan dari perkalian jumlah proses *popsi\*Mr* yang telah ditentukan dengan metode *Random Mutation*.
4. Menghitung nilai *fitness* untuk masing masing kromosom melalui penggabungan kromosom populasi awal dengan individu-individu baru hasil proses pindah silang

mutasi. Nilai *fitness* yang didapatkan dengan menghitung presentase akurasi yang dihasilkan antara hasil inferensi risiko hipertensi menggunakan *Fuzzy Tsukamoto* dengan data aktual (data latih) yang telah tersedia.

5. Melakukan seleksi terhadap individu-individu dengan menggunakan metode *Elitism Selection* untuk menentukan proses seleksi memilih individu yang paling tinggi atau baik
6. Jika kondisi akhir (jumlah generasi) sudah terpenuhi, selanjutnya proses Algoritme Genetika dihentikan dan hasilnya adalah solusi terbaik populasi saat itu pada seluruh generasi.

**4. PENGUJIAN DAN ANALISIS**

Pengujian dan analisis ini dilakukan untuk mengetahui seberapa baik sistem berjalan untuk mengoptimasi FIS Tsukamoto agar hasil dari diagnosis *Fuzzy Tsukamoto* memberikan hasil yang baik.

**4.1. Pengujian Ukuran Populasi**

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui ukuran populasi yang dapat menghasilkan titik keanggotaan yang paling optimal pada FIS Tsukamoto untuk klasifikasi tingkat penyakit stroke. Uji coba dilakukan sebanyak 10 kali dengan menggunakan *Cr* (*Crossover rate*) = 0.3 dan *Mr* (*Mutation Rate*) = 0.7 dengan jumlah generasi sebanyak 100. Jumlah populasi yang akan diuji merupakan nilai yang dimulai dari 50 hingga 1000. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Pengujian Populasi (*Popsize*)

Dari pengujian tersebut dapat kita amati bahwa ada banyak perbedaan populasi (*popsize*) pada setiap percobaan. Perbedaan ini berpengaruh terhadap rata-rata *fitness* yang diperoleh dalam penerapan Algoritme Genetika pada penelitian ini. Kemudian, dari hasil

percobaan ini juga menunjukkan nilai *fitness* terkecil yang dihasilkan oleh populasi paling sedikit yaitu 50. Ini disebabkan jumlah populasi tersebut belum dapat mencapai daerah pencarian yang optimal pada Algoritme Genetika. Berikutnya, pada populasi 100 hingga populasi 500 memiliki peningkatan yang signifikan hingga mencapai *fitness* 96.29. Namun, pada populasi 600 hingga 1000 terjadi penurunan nilai *fitness* menjadi 95.14. Dapat disimpulkan bahwa, banyak populasi yang paling optimal pada proses klasifikasi penyakit stroke menggunakan *Fuzzy Tsukamoto* dan Algoritme Genetika untuk menentukan tingkat risiko penyakit stroke adalah populasi sebanyak 500.

**4.2. Pengujian Banyak Generasi**

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak generasi yang dapat menghasilkan titik keanggotaan pada himpunan *Fuzzy* yang paling optimal pada FIS Tsukamoto untuk mengklasifikasikan tingkat pada penyakit Stroke. Uji coba ini dilakukan sebanyak 10 kali dengan menggunakan *Cr* = 0.3 dan *Mr* = 0.7 dengan jumlah *popsize* 50. Banyaknya generasi yang akan diuji merupakan nilai dari 10 sampai dengan 1000. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 2.



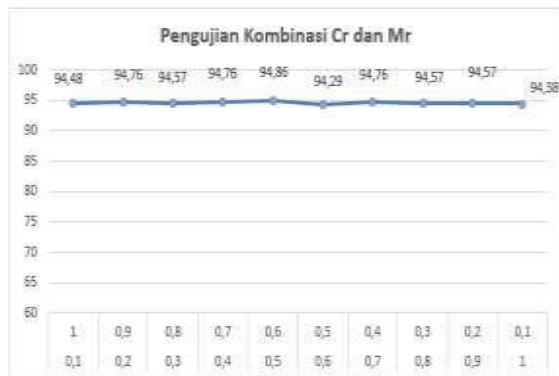
Gambar 2 Pengujian Generasi

Dari pengujian tersebut dapat kita amati bahwa grafik generasi 10 sampai 60 memberikan hasil yang meningkat. Kemudian pada generasi 70, didapatkan penurunan mencapai 94,68, serta pada generasi 80 didapatkan rata-rata *fitness* sebesar 95,14 dan kembali mengalami penurunan rata-rata *fitness* yang dihasilkan pada generasi 90 dengan nilai 94.95 hingga generasi ke 100 dengan nilai rata-rata *fitness* 94.86. Lalu pada generasi 400 mengalami kenaikan nilai rata-rata *fitness* hingga generasi 1000. Dalam perubahan hasil *fitness* yang diperoleh ini, tidak banyak jumlah penurunan rata-rata *fitness* yang

didapatkan. Dari banyaknya percobaan, yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa banyak generasi 1000 yang menghasilkan nilai *fitness* tertinggi. Dari hasil pengujian jumlah generasi tersebut, diketahui yang paling tinggi bisa menghasilkan rerata *fitness* yang lebih optimal karna peluang dalam menelusuri ruang pencarian solusi terbaik akan semakin besar.

**4.3. Pengujian Crossover dan Mutation Rate**

Uji coba ini dilakukan untuk mengetahui kombinasi *Crossover Rate* (*Cr*) dan *Mutation Rate* (*Mr*) yang dapat menghasilkan titik keanggotaan pada himpunan *Fuzzy* yang paling optimal pada *Fuzzy Tsukamoto* untuk tingkat penyakit stroke. Uji coba ini dilakukan sebanyak 10 kali dengan kenaikan kombinasi probabilitasnya sebanyak 0.1 dalam rentang 0,1 sampai 1. Uji coba ini menggunakan jumlah *Popsize* 500, dan Banyak Generasi yang digunakan adalah sebanyak 80. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Pengujian Kombinasi *Cr* dan *Mr*

Hasil pengujian kombinasi *Cr* dan *Mr*, dapat diamati bahwa kombinasi antara *Cr* dan *Mr* juga berpengaruh terhadap nilai *fitness* pada setiap percobaan. Kombinasi yang optimal pada pengujian kali ini adalah *Cr* = 0.5 dan *Mr* = 0.6.

**4.4. Pengujian Perbandingan Hasil FIS Tsukamoto dengan Optimasi menggunakan Algoritme Genetika.**

Pengujian proses menggunakan *FIS Tsukamoto* tanpa menggunakan Algoritme Genetika, dari 15 data uji, memberikan hasil 9 data yang benar dan 6 data yang salah. Hal ini dapat diartikan bahwa sistem memiliki akurasi 60% pada data tersebut. Sedangkan, Algoritme Genetika pada klasifikasi *FIS Tsukamoto* dari memberikan hasil yang lebih baik, yaitu 15 data uji yang memberikan hasil terbaik diantaranya terdapat 13 data yang benar dan 2 data yang

salah. Ini menunjukkan bahwa sistem memiliki akurasi 86.66% pada data tersebut.

Menurut hasil analisis yang telah dilakukan, dengan menggunakan *FIS Tsukamoto* dan tanpa dilakukannya optimasi maka sudah membentuk basis aturan yang sesuai dengan aturan pakar, namun kurang optimal dalam menentukan batasan fungsi keanggotaannya. Kemudian, hasil yang didapatkan dari menggunakan metode *FIS Tsukamoto* dan metode Algoritme Genetika untuk optimasi dapat menghasilkan nilai atau hasil yang lebih baik karena dapat menemukan batasan fungsi keanggotaan yang lebih sesuai atau yang lebih baik. Dari hasil perbandingan pada dapat disimpulkan dalam proses menggunakan Algoritme Genetika pada klasifikasi *FIS Tsukamoto* memberikan hasil yang lebih baik. Dari 15 data uji yang telah dioptimasi pada *FIS Tsukamoto*, memberikan hasil yang baik yaitu 13 data benar 2 kesalahan, yang berarti sistem memiliki akurasi 86.66% pada data tersebut. Sedangkan untuk klasifikasi menggunakan *FIS Tsukamoto* tanpa menggunakan Algoritme Genetika, dari 15 data uji, memberikan hasil 9 data yang benar dan 6 data yang salah, dapat diartikan bahwa sistem memiliki akurasi 60% pada data.

**5. KESIMPULAN**

Berdasarkan metodologi yang telah ditentukan, bab ini merupakan langkah akhir dalam melakukan penelitian. Dan berdasarkan hasil uji coba yang telah dilakukan mengenai klasifikasi tingkat risiko penyakit stroke menggunakan Metode *Genetic Algorithim* atau Algoritme Genetika dan *Fuzzy Tsukamoto*, maka didapatkan kesimpulan bahwa:

1. *Fuzzy Tsukamoto* dapat diterapkan pada permasalahan diagnosis risiko penyakit Stroke, namun dengan adanya penggabungan metode Algoritme Genetika untuk optimasi batasan fungsi keanggotaan dapat menghasilkan hasil terbaik. Setiap individu memiliki 29 panjang kromosom : umur sebanyak 2 gen yaitu tua dan muda, kolesterol total, trigliserida, *LDL* masing masing memiliki 3 *gen* yaitu rendah , sedang dan tinggi, lalu yang terakhir yaitu resiko penyakit stroke terdapat 4 *gen* rendah , sedang dan tinggi. Kemudian representasi kromosom yang digunakan adalah *real code*, dengan metode *Crossover* yaitu *One Cut Point*, dan metode mutasi yang digunakan

- adalah *Random Mutation*, menggunakan *Elitism Selection* sebagai seleksi.
2. Pengujian perbandingan dilakukan dengan menggunakan hasil dari optimasi batasan keanggotaan pada *Fuzzy Tsukamoto* yang telah dilakukan sebelumnya serta batasan keanggotaan awal sebelum dilakukan optimasi pada *Fuzzy Tsukamoto*. Dengan menggunakan 120 data dan 15 data yang dipilih sebagai data uji yang sebelumnya telah didiagnosis oleh pakar, maka didapatkan hasil perbandingan nilai akurasi yang dihasilkan dari penerapan optimasi yang menggunakan Algoritme Genetika dalam klasifikasi *Fuzzy Tsukamoto* dengan batasan himpunan atau nilai keanggotaan mencapai 86.66%, sedangkan untuk klasifikasi menggunakan *Fuzzy Tsukamoto* tanpa menggunakan Algoritme Genetika memiliki akurasi 60% pada data tersebut. Hal ini dikarenakan dengan menggunakan *FIS Tsukamoto* dan tanpa dilakukannya optimasi maka sudah membentuk basis aturan yang sesuai dengan aturan pakar, namun kurang optimal dalam menentukan batasan fungsi keanggotaannya. Kemudian, hasil yang didapatkan dari menggunakan metode *FIS Tsukamoto* dan metode Algoritme Genetika untuk optimasi dapat menghasilkan nilai atau hasil yang lebih baik karena dapat menemukan batasan fungsi keanggotaan yang lebih sesuai atau yang lebih baik.
  3. Parameter yang terbaik dan mempunyai hasil optimal dalam penelitian menggunakan *Genetic Algorithm* dan *Fuzzy Tsukamoto* adalah banyaknya *popsize* yaitu sebesar 500, banyaknya generasi yaitu tertinggi sebesar 1000, serta mendapatkan gabungan nilai pada  $Cr=0.5$  dan  $Mr=0.6$ .
- ## 6. DAFTAR PUSTAKA
- Armanda, R. S., & Mahmudy, W. F. (2016). Penerapan Algoritma Genetika Untuk Penentuan Batasan Fungsi Keanggotaan *Fuzzy Tsukamoto* Pada Kasus Peramalan Permintaan Barang. *Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, 3, No.3, 169-173.
- Azizah, E. N., Cholissodin, I., & Mahmudy, W. F. (2015). Optimasi Fungsi Keanggotaan *Fuzzy Tsukamoto* Menggunakan Algoritma Genetika untuk Penentuan Harga Jual Rumah. *Environmental Engineering & Sustainable Technology*, 02, No.2, 79-82.
- Iman, S. (2012). *Serangan Jantung dan Stroke, Hubungannya Dengan Lemak dan Kolesterol. Edisi Kedua*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka.
- Kuswadi, S. (2007). *Kendali Cerdas: Teori dan Aplikasinya*. Yogyakarta: Penerbit : Andi.
- Lee, K. H. (2005). *First Course on Fuzzy Theory and Application*. Springer. Berlin.
- Mandriana, I. E. (2017). Optimasi Fungsi Keanggotaan Fuzzy Tsukamoto menggunakan Algoritma Genetika untuk Diagnosis Autisme pada Anak. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 1, 1395-1405.
- Muttaqin. (2008). *Buku Ajar Asuhan Keperawatan Klien dengan Gangguan Sistem Persarafan*. Jakarta: Salemba Medika.
- Oktamiati, H. (2014). Analisis Praktik Klinik Keperawatan Kesehatan Masyarakat Perkotaan Pada Pasien Stroke Hemoragik Di Ruang Rawat Melati Atas RSUP Persahabatan. Depok: Fakultas Ilmu Keperawatan UI.
- Ross, T. J. (2010). *Fuzzy Logic With Engineering Applications (3 ed.)*. United Kingdom: John Wiley & Sons.
- Setiadji. (2009). *Himpunan & Logika Samar Serta Aplikasinya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sutoyo, T. M. (2011). *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: C.V Andi Offset (Penerbit Andi).
- Thamrin, F. S. (2012). Studi Inferensi Fuzzy Tsukamoto Untuk Penentuan Faktor Pembebanan Trafo PLN. *Jurnal Sistem Informasi Bisnis* 01, <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/jsinbis>.
- Yastroki. (2012). *Solusi Sehat Mengatasi Stroke*. Tangerang: Agro Media