

## FUZZY INFERENCE SYSTEM METODE TSUKAMOTO DALAM MELAKUKAN EVALUASI KINERJA KARYAWAN

Niki Ratama<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Jl.Raya Puspitak No.46 Buaran, Serpong, Kota Tangerang Selatan, Provinsi Banten, Indonesia, 15310

e-mail: <sup>1</sup>dosen00835@unpam.ac.id

### Abstract

*This research implements the Fuzzy Inference System (FIS) with the Tsukamoto method in evaluating employee performance. Using variable fuzzification to address uncertainty, this study aims to increase the objectivity and accuracy of evaluations, enabling more informed decision making in human resource management. It is hoped that this fuzzy approach can improve the employee evaluation process by taking into account qualitative aspects and increasing fairness in assessment.*

### Abstrak

Penelitian ini mengimplementasikan Fuzzy Inference System (FIS) dengan metode Tsukamoto dalam evaluasi kinerja karyawan. Menggunakan variabel fuzzifikasi untuk mengatasi ketidakpastian, studi ini bertujuan meningkatkan objektivitas dan akurasi evaluasi, memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih tepat dalam manajemen sumber daya manusia. Diharapkan bahwa pendekatan fuzzy ini dapat menyempurnakan proses evaluasi karyawan dengan memperhitungkan aspek-aspek kualitatif dan meningkatkan keadilan dalam penilaian.

Keywords: Fuzzy Inference; Metode Tsukamoto; Kinerja Karyawan

### 1. PENDAHULUAN

Evaluasi kinerja karyawan merupakan elemen kritis dalam manajemen sumber daya manusia yang dapat memengaruhi keberhasilan dan produktivitas suatu organisasi. Pengambilan keputusan terkait evaluasi karyawan seringkali kompleks karena melibatkan faktor-faktor yang tidak pasti dan sulit diukur secara akurat. Untuk mengatasi ketidakpastian ini, Fuzzy Inference System (FIS) dengan metode Tsukamoto menjadi pendekatan yang menarik untuk diterapkan [1].

FIS adalah suatu sistem cerdas yang dapat memodelkan ketidakpastian dan keambiguan dalam pengambilan keputusan. Metode Tsukamoto, sebagai salah satu pendekatan FIS [2], menawarkan kemampuan untuk menangani penilaian kinerja karyawan dengan menggunakan variabel fuzzifikasi untuk menggambarkan konsep linguistik. Pendekatan ini memungkinkan penilaian yang lebih nuansa, mencerminkan tingkat

ketidakpastian yang sering terkait dengan evaluasi karyawan.

Dalam konteks ini, penelitian ini bertujuan untuk mengintegrasikan metode Tsukamoto dalam FIS untuk meningkatkan proses evaluasi kinerja karyawan. Dengan mengubah variabel kinerja karyawan menjadi konsep fuzzy, kita dapat merinci aspek-aspek kualitatif yang sering terabaikan dalam sistem evaluasi konvensional. Tujuan utama adalah memberikan landasan konseptual dan praktis bagi organisasi dalam membuat keputusan evaluasi yang lebih objektif dan adil [3].

Melalui pendekatan ini, diharapkan bahwa organisasi dapat merespons dengan lebih baik terhadap dinamika pasar dan memastikan bahwa pengelolaan sumber daya manusia menjadi lebih efektif. Selain itu, peningkatan objektivitas dalam evaluasi karyawan dapat berdampak positif pada motivasi dan kinerja secara keseluruhan,

menciptakan lingkungan kerja yang lebih seimbang dan berdaya saing.

## 2. PENELITIAN YANG TERKAIT

Penelitian pertama berjudul Penilaian Prestasi Kinerja Pegawai Menggunakan Fuzzy Tsukamoto [4] dengan penelitiannya Hilman Nuril Hadi, Wayan Firdaus Mahmudy memiliki pembahasan dimana meneliti sebuah penilaian prestasi kinerja pegawai, pada salah satu perguruan tinggi di kota Malang yang bertugas mencetak lulusan sarjana dan ahli madya di bidang Informatika. Untuk dapat menjalankan fungsinya, sekolah tinggi tersebut mempunyai beberapa unit kerja dengan tanggung jawab yang beragam, penelitian ini menggunakan metode fuzzy tsukamoto untuk menjadi sebuah penentuan atau prediksi dalam pemberian nilai terhadap prestasi kinerja karyawan.

Penelitian kedua berjudul Evaluasi Kinerja Karyawan Kontrak Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto [5], dengan nama penelitiannya Kartika Sari, Rosma Siregar, Penilaian kinerja karyawan biasanya bersifat subjektif. Pemilihan karyawan tetap menjadi acuan yang objektif untuk menentukan progres kinerja perusahaan kedepannya. Sistem pendukung keputusan adalah sistem informasi berbasis komputer yang menghasilkan berbagai alternatif keputusan yang membantu pihak tertentu menangani masalah data dan model, dengan metode fuzzy tsukamoto dapat memberikan nilai terhadap evaluasi kinerja karyawan kontrak.

Penelitian ketiga berjudul Analisa Perbandingan logic Fuzzymetodetsukamoto, Sugeno, Danmamndani (Studi Kasus : Prediksi Jumlah Pendaftar Mahasiswa Barufakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunangunung Djati Bandung) [6], dimana peneliti yang di dalamnya Laras Purwati Ayuningtias, Mohamad irfan, Jumadi, Dengan memprediksi jumlah pendaftar mahasiswa baru Fakultas Sains dan Teknologi salah satu nya menggunakan penerapan algoritma fuzzy yaitu logika yang digunakan untuk menggambarkan ketidak jelasan. Algoritma fuzzy memiliki ke 3 metode yaitu metode fuzzy Tsukamoto, Sugeno, dan Mamdani dan dari ke 3 metode fuzzy inimemiliki mesin inferensi dan defuzzifikasi yangberbeda.

## 3. METODE PENELITIAN

Studi Literatur:

- Melakukan tinjauan literatur mendalam tentang Fuzzy Inference System (FIS), khususnya metode Tsukamoto, dan aplikasinya dalam evaluasi kinerja karyawan [7].
- Menganalisis penelitian-penelitian terdahulu yang telah menggunakan metode serupa untuk memahami kerangka kerja, metodologi, dan temuan yang relevan.

Pengembangan Model FIS:

- Merancang model FIS yang sesuai dengan konteks evaluasi kinerja karyawan, termasuk identifikasi variabel input (seperti produktivitas, keterampilan interpersonal) dan variabel output (tingkat kinerja) [8].
- Menentukan himpunan fuzzy dan aturan-aturan linguistik berdasarkan pengetahuan ahli dan pengalaman praktis dalam penilaian kinerja karyawan.

Pengumpulan Data:

- Mengumpulkan data kinerja karyawan yang relevan dari berbagai sumber, seperti catatan kinerja, evaluasi oleh atasan, dan feedback dari rekan kerja [9].
- Memastikan keberagaman data untuk mencerminkan kondisi nyata dan kompleksitas situasi evaluasi.

Fuzzifikasi:

- Mengubah data kuantitatif menjadi variabel linguistik fuzzy menggunakan fungsi keanggotaan yang sesuai.
- Menyusun himpunan fuzzy untuk setiap variabel input dan output [10].

Pengaturan Aturan Fuzzy:

- Menyusun aturan-aturan linguistik berdasarkan pengetahuan ahli dan prinsip-prinsip evaluasi karyawan.
- Memetakan variabel input ke variabel output dengan menggunakan metode Tsukamoto.

Implementasi Sistem:

- Mengimplementasikan model FIS menggunakan perangkat lunak atau bahasa pemrograman yang sesuai.

- b. Memvalidasi sistem dengan menggunakan dataset uji dan memperbaiki parameter model jika diperlukan.

#### Analisis Hasil:

- a. Menganalisis hasil evaluasi karyawan yang dihasilkan oleh sistem FIS.
- b. Membandingkan hasil dengan metode evaluasi tradisional untuk menilai keunggulan dan kelemahan sistem yang diusulkan.

#### Evaluasi dan Koreksi:

- a. Mengevaluasi kinerja sistem FIS berdasarkan kriteria-kriteria tertentu, seperti akurasi, kecepatan, dan interpretabilitas.
- b. Jika diperlukan, melakukan koreksi dan penyempurnaan pada model FIS untuk meningkatkan kinerja dan aplikabilitasnya.

#### Pembahasan dan Kesimpulan:

- a. Membahas temuan dan implikasi hasil penelitian.
- b. Memberikan kesimpulan terkait keberhasilan implementasi FIS dengan metode Tsukamoto dalam evaluasi kinerja karyawan dan memberikan saran untuk penelitian selanjutnya.

#### Penelitian Yang dibutuhkan :

Penelitian ini bersifat eksperimen dengan tahapan-tahapan seperti: tahap pengumpulan data, tahap pengolahan awal data, metode yang diusulkan, eksperimen dan pengujian metode serta evaluasi dan validasi hasil. Dalam penelitian ini akan dibuat suatu model menggunakan aplikasi berbasis web dengan menerapkan inferensi tsukamoto untuk menilai kinerja guru. Sistem yang diterapkan kedalam sistem penilaian kinerja guru dalam penelitian ini bersifat dinamis sehingga dibutuhkan beberapa data masukan seperti pedagogik, kepribadian, sosial dan profesional. Untuk menunjang eksperimen dalam Penelitian ini, terdapat beberapa kebutuhan, antara lain:

#### 4.1 Pengumpulan Data

Seperti disebutkan pada sub bab 3.1 bahwa data yang digunakan untuk melakukan penelitian

adalah data primer yang diambil dari hasil observasi dan wawancara yang dilakukan. Data input dan output untuk penilaian kinerja yang selanjutnya disebut dengan variabel untuk masing-masing dengan perincian sebagai berikut:

##### a. Variabel Input

- 1) Variabel murid dengan semesta pembicaraan mulai dari 0 sampai 100 dengan satuan poin.
- 2) Variabel guru dengan semesta pembicaraan mulai dari 0 sampai 100 dengan satuan poin.
- 3) Variabel kepala sekolah dengan semesta pembicara mulai dari 0 sampai 100 dengan satuan poin.

##### b. Variabel Output

- 1) Status Kinerja dengan semesta pembicara mulai dari 0 sampai 100 dengan satuan poin.

#### 4.2 Pengelolaan Data Awal

Setelah variabel ditentukan selanjutnya variabel-variabel tersebut terbagi lagi menjadi beberapa himpunan seperti dibawah ini:

##### Variabel input

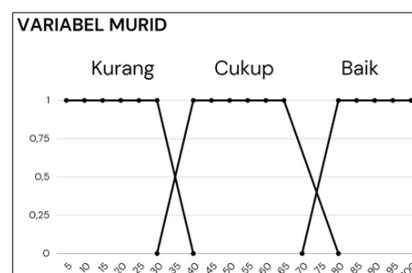
Variabel murid (0-100) Kurang : [0-40]

Cukup : [30-80]

Baik : [70-100]

Dengan fungsi keanggotaan seperti dibawah

ini:



Gbr 1. Variabel Murid

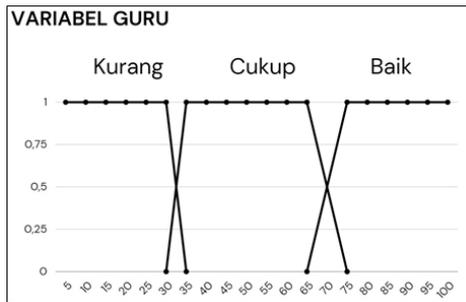
Variabel Guru (0-100) Kurang : [0-35]

Cukup : [30-75]

Baik : [65-100]

Dengan fungsi keanggotaan seperti dibawah

ini:



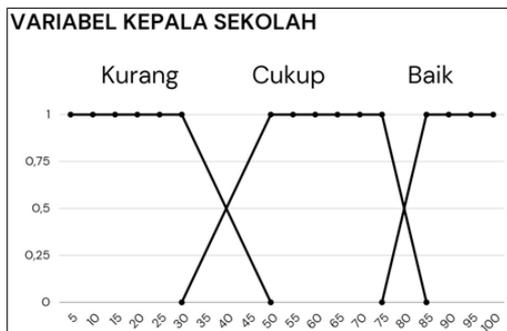
Gbr 2. Variabel Guru

Variabel Kepala Sekolah (0-100) Kurang : [0-46.4]

Cukup : [30-85]

Baik : [75-100]

Dengan fungsi keanggotaan seperti dibawah ini:



Gbr 3. Variabel Kepala Sekolah

Variabel output yang sudah ditentukan seperti berikut:

Variabel (0-100)

Sangat Kurang : [0-35]

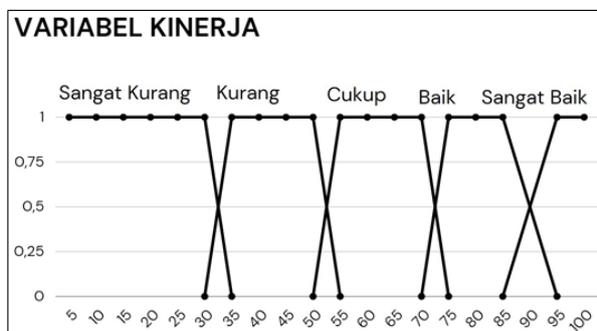
Kurang : [30-55]

Cukup : [46.4-75]

Baik : [70-95]

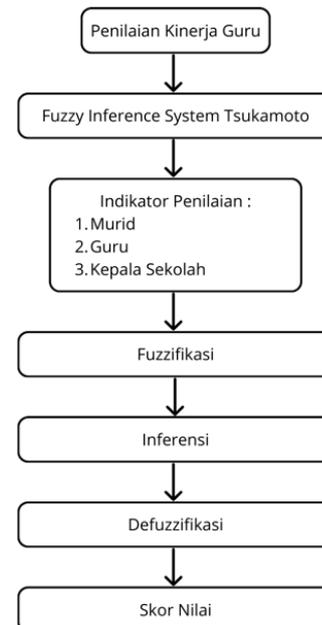
Sangat Baik : [85-100]

Dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :



Gbr 4. Variabel Kinerja

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah inferensi tsukamoto yang bertujuan untuk menghitung nilai dan grade dari nilai kinerja guru. Untuk melihat lebih jelas tentang metode yang diusulkan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar berikut :



Gbr 5. Flowchart Sistem

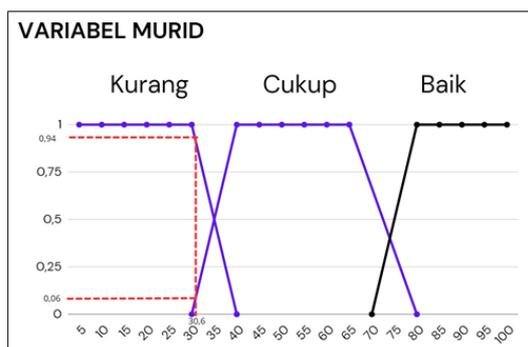
#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil evaluasi karyawan menggunakan FIS Tsukamoto menghasilkan nilai kinerja dalam bentuk variabel linguistik fuzzy. Ini mencakup nilai-nilai seperti "rendah", "sedang", dan "tinggi", yang memberikan gambaran lebih rinci tentang tingkat kinerja.

Fuzifikasi Data Sampling Guru

a. Variabel murid dengan crisp input 30.6

Fungsi keanggotaan untuk nilai murid dengan crisp input 30.6 adalah sebagai berikut :



Gbr 6. keanggotaan untuk nilai murid

Gambar diatas menunjukkan fungsi keanggotaan untuk nilai murid dengan crisp input 30.6, dimana nilai murid dengan crisp input 30.6 masuk kedalam kategori himpunan kurang dengan derajat keanggotaan 0.94 dan masuk kedalam kategori himpunan cukup dengan derajat keanggotaan 0.06. Untuk mendapatkan derajat keanggotaan digunakan pendekatan fungsi kurva linier naik dan linier turun, dengan persamaan dibawah ini.

Fungsi kurva linier turun untuk himpunan kurang

$$\mu(x) = \begin{cases} 1; & ; x \leq a \\ (b-x)/(b-a); & ; a < x < b \\ 0; & ; x \geq b \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \mu(\text{kurang}) &= (40 - 30.6) / (40 - 30) \\ &= 9.4 / 10 \\ &= 0.94 \end{aligned}$$

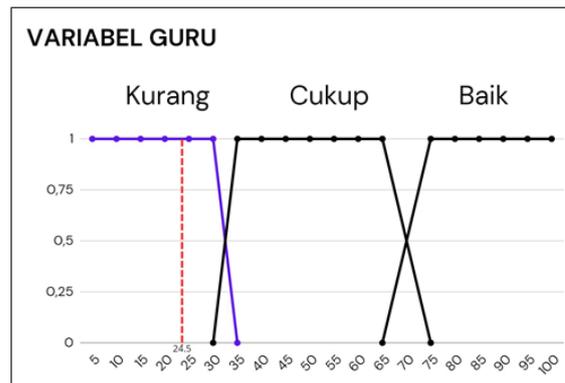
Fungsi kurva linier naik untuk himpunan cukup

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & ; x \leq a \\ (x-a)/(b-a); & ; a < x < b \\ 1; & ; x \geq b \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \mu(\text{cukup}) &= (30.6 - 30) / (40 - 30) \\ &= 0.6 / 10 \\ &= 0.06 \end{aligned}$$

b. Variabel guru dengan *crisp input* 24.5

Fungsi keanggotaan untuk nilai guru dengan *crisp input* 24.5 adalah sebagai berikut :



Gbr 7. Variabel guru dengan *crisp input*

Gambar diatas menunjukkan fungsi keanggotaan untuk nilai guru dengan crisp input 24.5, dimana nilai guru dengan crisp input 24.5 masuk kedalam kategori himpunan kurang saja dengan derajat keanggotaan 1. Untuk mendapatkan derajat keanggotaan digunakan pendekatan fungsi kurva linier naik dan linier turun, dengan persamaan dibawah ini.

Fungsi kurva linier turun untuk himpunan kurang :

$$\mu(x) = \begin{cases} 1; & ; x \leq a \\ (b-x)/(b-a); & ; a < x < b \\ 0; & ; x \geq b \end{cases}$$

$$\mu(\text{Kurang}) = 1; x \leq a$$

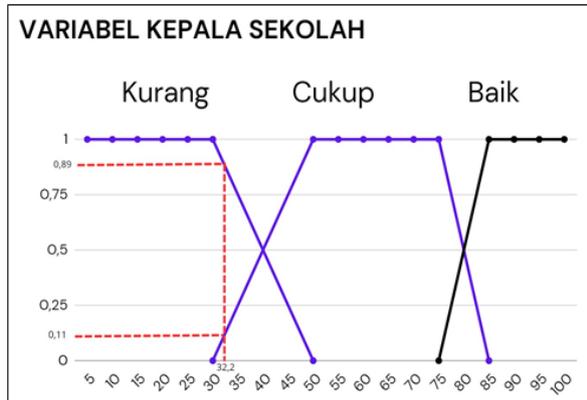
Fungsi kurva linier naik untuk himpunan cukup :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & ; x \leq a \\ (x-a)/(b-a); & ; a < x < b \\ 1; & ; x \geq b \end{cases}$$

$$\mu(\text{Cukup}) = 0; x \leq a$$

c. Variabel kepala sekolah dengan crisp input 32.2

Fungsi keanggotaan untuk nilai kepala sekolah dengan crisp input 32.2 adalah sebagai berikut :



Gbr 8. Variabel kepala sekolah dengan crisp

Gambar diatas menunjukkan fungsi keanggotaan untuk nilai variabel kepala sekolah dengan crisp input 32.2, dimana nilai variabel kepala sekolah dengan crisp input 32.2 masuk kedalam kategori himpunan kurang dengan drajat keanggotaan 0.89 dan masuk kedalam kategori himpunan cukup dengan derajat keanggotaan 0.11. Untuk mendapatkan derajat keanggotaan digunakan pendekatan fungsi kurva linier naik dan linier turun, dengan persamaan dibawah ini.

Fungsi kurva linier turun untuk himpunan kurang:

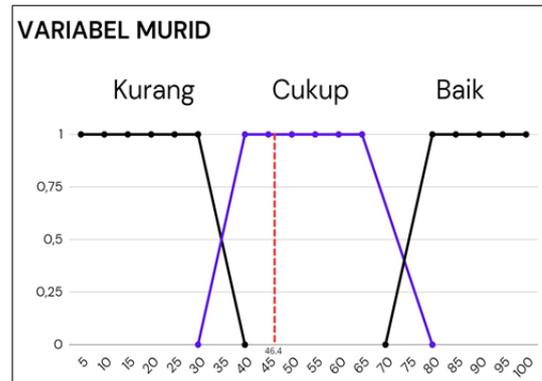
$$\mu(x) = \begin{cases} 1; & ; x \leq a \\ (b-x)/(b-a); & ; a < x < b \\ 0; & ; x \geq b \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \mu(\text{kurang}) &= (46.4 - 32.2) / (46.4 - 30) \\ &= 17.8 / 20 \\ &= 0.89 \end{aligned}$$

Fungsi kurva linier naik untuk himpunan c

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & ; x \leq a \\ (x-a)/(b-a); & ; a < x < b \\ 1; & ; x \geq b \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \mu(\text{cukup}) &= (32.2 - 30) / (46.4 - 30) \\ &= 2.2 / 10 \\ &= 0.11 \end{aligned}$$



Gbr 9. Variabel murid dengan crisp input

Gambar diatas menunjukkan fungsi keanggotaan untuk nilai variabel murid dengan crisp input 46.4, dimana nilai variabel murid dengan crisp input 46.4 masuk kedalam kategori himpunan cukup saja dengan drajat keanggotaan 1 dan kategori himpunan baik dengan derajat keanggotaan 0. Untuk mendapatkan derajat keanggotaan digunakan pendekatan fungsi kurva linier naik dan linier turun, dengan persamaan dibawah ini.

Fungsi kurva linier turun untuk himpunan cukup :

$$\mu(x) = \begin{cases} 1; & ; x \leq a \\ (b-x)/(b-a); & ; a < x < b \\ 0; & ; x \geq b \end{cases}$$

$$\mu(\text{cukup}) = 1 ; x \leq a$$

Fungsi kurva linier naik untuk himpunan baik:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & ; x \leq a \\ (x-a)/(b-a); & ; a < x < b \\ 1; & ; x \geq b \end{cases}$$

$$\mu(\text{baik}) = 0 ; x \leq a$$

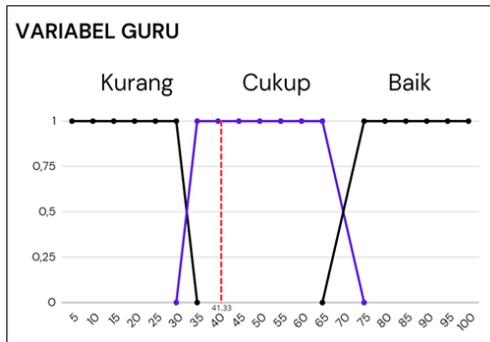
b. Variabel guru dengan *crisp input* 40.58

Fungsi keanggotaan untuk nilai variabel guru dengan *crisp input* 40.58 adalah sebagai berikut :

#### 4.3 Fuzifikasi Data Sampling Guru Kedua

a. Variabel murid dengan *crisp input* 46.4

Fungsi keanggotaan untuk nilai variabel murid dengan *crisp input* 46.4 adalah sebagai berikut :



Gbr 10. Variabel guru dengan *crisp input*

Gambar diatas menunjukkan fungsi keanggotaan untuk nilai variabel guru dengan *crisp input* 40.58, dimana nilai variabel guru dengan *crisp input* 40.58 masuk kedalam kategori himpunan cukup saja dengan drajat keanggotaan 1 dan kategori himpunan kurang dengan drajat keanggotaan 0. Untuk mendapatkan derajat keanggotaan digunakan pendekatan fungsi kurva linier naik dan linier turun, dengan persamaan dibawah ini.

Fungsi kurva linier naik untuk himpunan cukup :

$$\mu(x) = \begin{cases} 1; & ; x \geq a \\ (x - a)/(b - a); & ; a < x < b \\ 0; & ; x \leq b \end{cases}$$

$$\mu(\text{cukup}) = 1; x \geq a$$

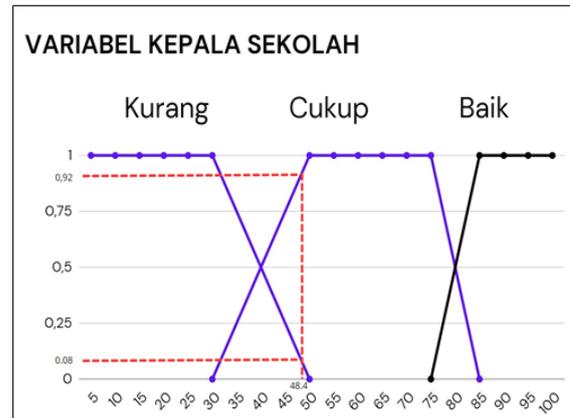
Fungsi kurva linier turun untuk himpunan kurar

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & ; x \leq a \\ (x - a)/(b - a); & ; a < x < b \\ 0; & ; x \geq b \end{cases}$$

$$\mu(\text{baik}) = 0; x \geq b$$

c. Variabel kepala sekolah dengan *crisp input* 48.4

Fungsi keanggotaan untuk nilai variabel kepala sekolah dengan *crisp input* 48.4 adalah sebagai berikut :



Gbr 11. Variabel kepala sekolah dengan *crisp input*

Gambar diatas menunjukkan fungsi keanggotaan untuk nilai variabel kepala sekolah dengan *crisp input* 48.4, dimana nilai variabel kepala sekolah dengan *crisp input* 48.4 masuk kedalam kategori himpunan kurang dengan drajat keanggotaan 0.08 dan kategori himpunan cukup dengan drajat keanggotaan 0.92. Untuk mendapatkan derajat keanggotaan digunakan pendekatan fungsi kurva linier naik dan linier turun, dengan persamaan dibawah ini.

Fungsi kurva linier turun untuk himpunan kurang :

$$\mu(x) = \begin{cases} 1; & ; x \leq a \\ (b - x)/(b - a); & ; a < x < b \\ 0; & ; x \geq b \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \mu(\text{cukup}) &= (50 - 48.4) / (50 - 30) \\ &= 1.6 / 20 \\ &= 0.08 \end{aligned}$$

Fungsi kurva linier naik untuk himpunan cukup :

$$\mu(x) = \begin{cases} 1; & ; x \leq a \\ (x - a)/(b - a); & ; a < x < b \\ 0; & ; x \geq b \end{cases}$$

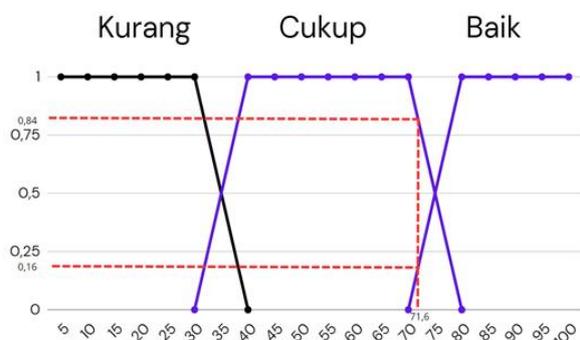
$$\begin{aligned} \mu(\text{baik}) &= (48.4 - 30) / (50 - 30) \\ &= 18.4 / 20 \\ &= 0.92 \end{aligned}$$

#### 4.4 Fuzifikasi Data Sampling Guru Ketiga

a. Variabel murid dengan *crisp input* 71.6

Fungsi keanggotaan untuk nilai variabel murid dengan crisp input 71.6 adalah sebagai berikut :

**VARIABEL MURID**



Gbr 12. Variabel murid dengan crisp input

Gambar diatas menunjukkan fungsi keanggotaan untuk nilai variabel murid dengan crisp input 71.6, dimana nilai variabel murid dengan crisp input 71.6 masuk kedalam kategori himpunan cukup dengan derajat keanggotaan 0.84 dan masuk kedalam kategori himpunan baik dengan derajat keanggotaan 0.16. Untuk mendapatkan derajat keanggotaan digunakan pendekatan fungsi kurva linier naik dan linier turun, dengan persamaan dibawah ini. Fungsi kurva linier turun untuk himpunan cukup :

$$\mu(x) = \begin{cases} 1; & ; x \leq a \\ (b - x)/(b - a); & ; a < x < b \\ 0; & ; x \geq b \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \mu(\text{cukup}) &= (80 - 71.6) / (80 - 70) \\ &= 8.4 / 10 \\ &= 0.84 \end{aligned}$$

Fungsi kurva linier naik untuk himpunan baik :

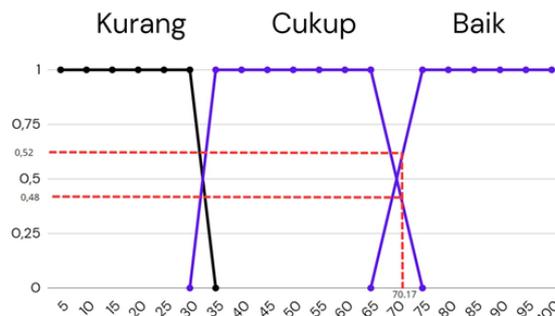
$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & ; x \leq a \\ (x - a)/(b - a); & ; a < x < b \\ 1; & ; x \geq b \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \mu(\text{baik}) &= (71.6 - 70) / (80 - 70) \\ &= 1.6 / 10 \\ &= 0.16 \end{aligned}$$

b. Variabel guru dengan crisp input 70.17

Fungsi keanggotaan untuk nilai variabel guru dengan crisp input 70.17 adalah sebagai berikut :

**VARIABEL GURU**



Gbr 13. Variabel guru dengan crisp input

Gambar diatas menunjukkan fungsi keanggotaan untuk nilai variabel guru dengan crisp input 70.17, dimana nilai variabel guru dengan crisp input 70.17 masuk kedalam kategori himpunan cukup dengan derajat keanggotaan 0.48 dan kategori himpunan baik dengan derajat keanggotaan 0.52. Untuk mendapatkan derajat keanggotaan digunakan pendekatan fungsi kurva linier naik dan linier turun, dengan persamaan dibawah ini.

Fungsi kurva linier turun untuk himpunan cukup :

$$\mu(x) = \begin{cases} 1; & ; x \leq a \\ (b - x)/(b - a); & ; a < x < b \\ 0; & ; x \geq b \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \mu(\text{cukup}) &= (75 - 70.17) / (75 - 65) \\ &= 4.83 / 10 \\ &= 0.48 \end{aligned}$$

Fungsi kurva linier naik untuk himpunan baik :

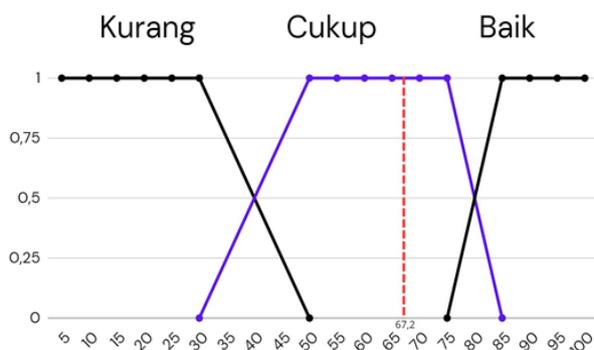
$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & ; x \leq a \\ (x - a)/(b - a); & ; a < x < b \\ 1; & ; x \geq b \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \mu(\text{baik}) &= (70.17 - 65) / (75 - 65) \\ &= 5.17 / 10 \\ &= 0.52 \end{aligned}$$

c. Variabel kepala sekolah dengan crisp input 67.2

Fungsi keanggotaan untuk nilai variabel kepala sekolah dengan crisp input 67.2 adalah sebagai berikut :

VARIABEL KEPALA SEKOLAH



Gbr 14. Variabel kepala sekolah dengan crisp input

Gambar diatas menunjukkan fungsi keanggotaan untuk nilai variabel kepala sekolah dengan crisp input 67.2, dimana nilai variabel kepala sekolah dengan crisp input 67.2 masuk kedalam kategori himpunan cukup saja dengan derajat keanggotaan 1 dan kategori himpunan baik dengan derajat keanggotaan 0. Untuk mendapatkan derajat keanggotaan digunakan pendekatan fungsi kurva linier naik dan linier turun, dengan persamaan dibawah ini.

Fungsi kurva linier turun untuk himpunan cukup :

$$\mu(x) = \begin{cases} 1; & ; x \leq a \\ (b-x)/(b-a); & ; a < x < b \\ 0; & ; x \geq b \end{cases}$$

$$\mu(\text{cukup}) = 1; x \leq a$$

Fungsi kurva linier naik untuk himpunan cukup :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & ; x \leq a \\ (x-a)/(b-a); & ; a < x < b \\ 1; & ; x \geq b \end{cases}$$

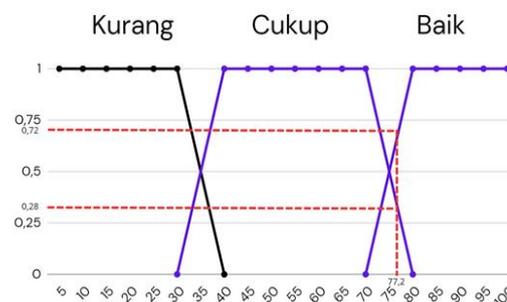
$$\mu(\text{baik}) = 0; x \leq a$$

4.5 Fuzifikasi Data Sampling Guru Keempat

a. Variabel murid dengan crisp input 77.2

Fungsi keanggotaan untuk nilai variabel murid dengan crisp input 77.2 adalah sebagai berikut :

VARIABEL MURID



Gbr 15. Variabel murid dengan crisp input

Gambar diatas menunjukkan fungsi keanggotaan untuk nilai variabel murid dengan crisp input 77.2, dimana nilai variabel murid dengan crisp input 77.2 masuk kedalam kategori himpunan cukup dengan derajat keanggotaan 0.28 dan kategori himpunan baik dengan derajat keanggotaan 0.72. Untuk mendapatkan derajat keanggotaan digunakan pendekatan fungsi kurva linier naik dan linier turun, dengan persamaan dibawah ini.

Fungsi kurva linier turun untuk himpunan cukup :

$$\mu(x) = \begin{cases} 1; & ; x \leq a \\ (b-x)/(b-a); & ; a < x < b \\ 0; & ; x \geq b \end{cases}$$

$$\mu(\text{cukup}) = (80 - 77.2) / (80 - 70) = 2.8 / 10 = 0.28$$

Fungsi kurva linier naik untuk himpunan baik :

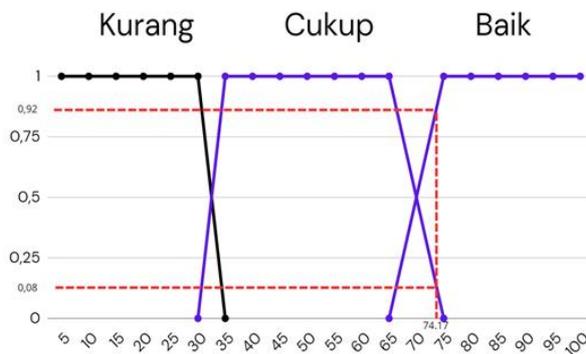
$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & ; x \leq a \\ (x-a)/(b-a); & ; a < x < b \\ 1; & ; x \geq b \end{cases}$$

$$\mu(\text{baik}) = (77.2 - 70) / (80 - 70) = 7.2 / 10 = 0.72$$

b. Variabel guru dengan crisp input 74.17

Fungsi keanggotaan untuk nilai variabel guru dengan crisp input 74.17 adalah sebagai berikut :

VARIABEL GURU



Gbr 16. Variabel guru dengan crisp input

Gambar diatas menunjukkan fungsi keanggotaan untuk nilai variabel guru dengan crisp input 74.17, dimana nilai variabel guru dengan crisp input 74.17 masuk kedalam kategori himpunan cukup dengan derajat keanggotaan 0.08 dan masuk kedalam kategori himpunan baik dengan derajat keanggotaan 0.92. Untuk mendapatkan derajat keanggotaan digunakan pendekatan fungsi kurva linier naik dan linier turun, dengan persamaan dibawah ini.

Fungsi kurva linier turun untuk himpunan cukup :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & ; x \leq a \\ (x - a)/(b - a); & ; a < x < b \\ 1; & ; x \geq b \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \mu(\text{baik}) &= (74.17 - 65) / (75 - 65) \\ &= 9.17 / 10 \\ &= 0.92 \end{aligned}$$

$$\mu(x) = \begin{cases} 1; & ; x \leq a \\ (b - x)/(b - a); & ; a < x < b \\ 0; & ; x \geq b \end{cases}$$

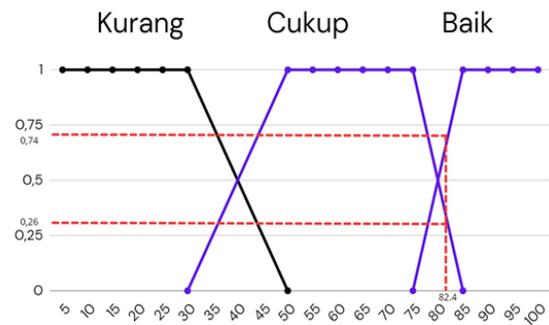
$$\begin{aligned} \mu(\text{cukup}) &= (75 - 74.17) / (75 - 65) \\ &= 0.83 / 10 \\ &= 0.08 \end{aligned}$$

Fungsi kurva linier naik untuk himpunan baik :

- c. Variabel kepala sekolah dengan crisp input 82.4

Fungsi keanggotaan untuk nilai kepala sekolah dengan crisp input 82.4 adalah sebagai berikut :

VARIABEL KEPALA SEKOLAH



Gbr 17. Variabel kepala sekolah dengan crisp input

Gambar diatas menunjukkan fungsi keanggotaan untuk nilai variabel kepala sekolah dengan crisp input 82.4, dimana nilai variabel kepala sekolah dengan crisp input 82.4 masuk kedalam kategori himpunan cukup dengan derajat keanggotaan 0.26 dan masuk kedalam kategori himpunan baik dengan derajat keanggotaan 0.74. Untuk mendapatkan derajat keanggotaan digunakan pendekatan fungsi kurva linier naik dan linier turun, dengan persamaan dibawah ini.

Fungsi kurva linier turun untuk himpunan cukup :

$$\mu(x) = \begin{cases} 1; & ; x \leq a \\ (b - x)/(b - a); & ; a < x < b \\ 0; & ; x \geq b \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \mu(\text{cukup}) &= (85 - 82.4) / (85 - 75) \\ &= 2.6 / 10 \\ &= 0.26 \end{aligned}$$

Fungsi kurva linier naik untuk himpunan baik :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & ; x \leq a \\ (x - a)/(b - a); & ; a < x < b \\ 1; & ; x \geq b \end{cases}$$

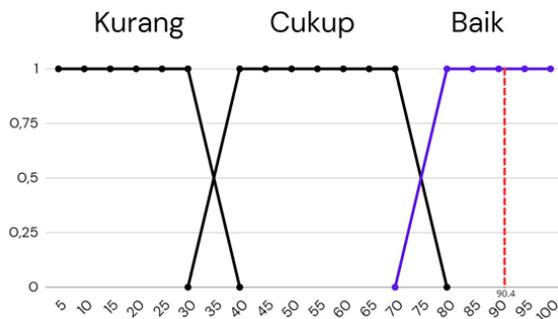
$$\begin{aligned} \mu(\text{baik}) &= (82.4 - 75) / (85 - 75) \\ &= 7.4 / 10 \\ &= 0.74 \end{aligned}$$

4.6 Fuzifikasi Data Sampling Guru Kelima

- a. Variabel murid dengan crisp input 90.4

Fungsi keanggotaan untuk nilai variabel murid dengan crisp input 90.4 adalah sebagai berikut :

VARIABEL MURID



Gbr 18. Variabel murid dengan crisp input

Gambar diatas menunjukkan fungsi keanggotaan untuk nilai variabel murid dengan crisp input 90.4, dimana nilai variabel murid dengan crisp input 90.4 masuk kedalam kategori himpunan baik saja dengan derajat keanggotaan 1 dan kategori himpunan cukup dengan derajat keanggotaan 0. Untuk mendapatkan derajat keanggotaan digunakan pendekatan fungsi kurva linier naik dan linier turun, dengan persamaan dibawah ini.

Fungsi kurva linier turun untuk himpunan cukup :

$$\mu(x) = \begin{cases} 1; & ; x \leq a \\ (b-x)/(b-a); & ; a < x < b \\ 0; & ; x \geq b \end{cases}$$

$$\mu(\text{cukup}) = 0; x \geq b$$

Fungsi kurva linier naik untuk himpunan baik :

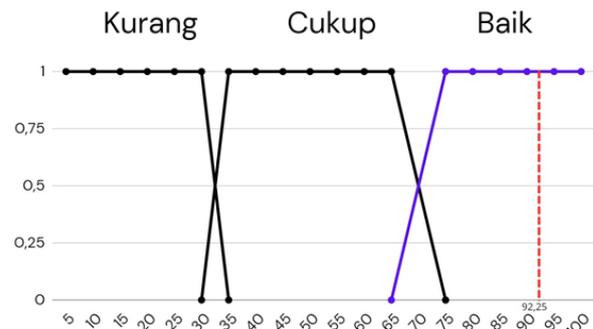
$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & ; x \leq a \\ (x-a)/(b-a); & ; a < x < b \\ 1; & ; x \geq b \end{cases}$$

$$\mu(\text{baik}) = 1; x \geq b$$

b. Variabel guru dengan crisp input 92.25

Fungsi keanggotaan untuk nilai variabel guru dengan crisp input 92.25 adalah sebagai berikut :

VARIABEL GURU



Gbr 19. Variabel guru dengan crisp input

Gambar diatas menunjukkan fungsi keanggotaan untuk nilai variabel guru dengan crisp input 92.25, dimana nilai variabel guru dengan crisp input 92.25 masuk kedalam kategori himpunan baik saja dengan derajat keanggotaan 1 dan kategori himpunan cukup dengan derajat keanggotaan 0. Untuk mendapatkan derajat keanggotaan digunakan pendekatan fungsi kurva linier naik dan linier turun, dengan persamaan dibawah ini.

Fungsi kurva linier turun untuk himpunan cukup :

$$\mu(x) = \begin{cases} 1; & ; x \leq a \\ (b-x)/(b-a); & ; a < x < b \\ 0; & ; x \geq b \end{cases}$$

$$\mu(\text{cukup}) = 0; x \geq b$$

Fungsi kurva linier naik untuk himpunan baik :

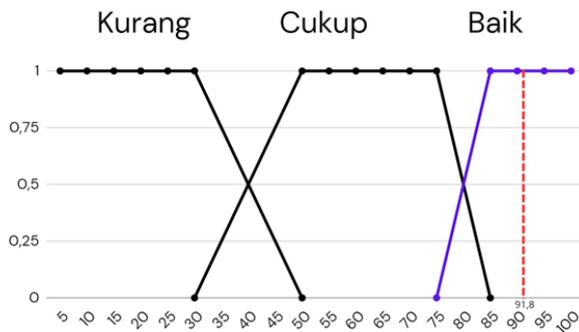
$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & ; x \leq a \\ (x-a)/(b-a); & ; a < x < b \\ 1; & ; x \geq b \end{cases}$$

$$\mu(\text{baik}) = 1; x \geq b$$

c. Variabel kepala sekolah dengan crisp input 91.8

Fungsi keanggotaan untuk nilai variabel kepala sekolah dengan crisp input 91.8 adalah sebagai berikut :

VARIABEL KEPALA SEKOLAH



Gbr 20. Variabel kepala sekolah dengan crisp

Gambar diatas menunjukkan fungsi keanggotaan untuk nilai variabel kepala sekolah dengan crisp input 91.8, dimana nilai variabel kepala sekolah dengan crisp input 91.8 masuk kedalam kategori himpunan baik saja dengan derajat keanggotaan 1 dan kategori himpunan cukup dengan derajat keanggotaan 0. Untuk mendapatkan derajat keanggotaan digunakan pendekatan fungsi kurva linier naik dan linier turun, dengan persamaan dibawah ini.

Fungsi kurva linier turun untuk himpunan cukup :

$$\mu(x) = \begin{cases} 1; & ; x \leq a \\ (b-x)/(b-a); & ; a < x < b \\ 0; & ; x \geq b \end{cases}$$

$$\mu(\text{cukup}) = 0; x \geq b$$

Fungsi kurva linier naik untuk himpunan baik :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & ; x \leq a \\ (x-a)/(b-a); & ; a < x < b \\ 1; & ; x \geq b \end{cases}$$

$$\mu(\text{baik}) = 1; x \geq b$$

Inference

Pada tahap ini merupakan langkah pemberian aturan (base rule) kedalam sebuah sistem, adapun aturan (base rule) dasar yang digunakan dalam penelitian ini telah ditetapkan pada bab sebelumnya.

Inference Pada Data *Sampling* Guru Pertama

Inferensi pada data sampling guru pertama dengan crisp input variabel murid sebesar 30.6, nilai variabel guru sebesar 24.5, nilai variabel kepala sekolah sebesar 32.2, dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel I. Inference

ID	Linguistik input			Linguistik Output
	Murid	Guru	Kepala Sekolah	Kinerja
R1	Kurang	Kurang	Kurang	Sangat Kurang
R2	Kurang	Kurang	Cukup	Sangat Kurang
R10	Cukup	Kurang	Kurang	Sangat Kurang
R11	Cukup	Kurang	Cukup	Kurang

Dengan penjelasan sebagai berikut :

Ketika fungsi keanggotaan untuk nilai variabel murid dengan crisp input 30.6, dimana nilai variabel murid dengan crisp input 30.6 masuk kedalam kategori himpunan kurang dengan derajat keanggotaan 0.94 dan masuk kedalam kategori himpunan cukup dengan derajat keanggotaan 0.06, untuk fungsi keanggotaan nilai variabel guru dengan crisp input 24.5, dimana nilai variabel guru dengan crisp input

24.5 masuk kedalam kategori himpunan kurang saja dengan derajat keanggotaan 1, untuk fungsi keanggotaan variabel kepala sekolah dengan crisp input 32.2, dimana nilai variabel kepala sekolah dengan crisp input 32.2 masuk kedalam kategori himpunan kurang dengan derajat keanggotaan 0.89 dan masuk kedalam kategori himpunan cukup dengan derajat keanggotaan 0.11. Maka rule yang bisa dihasilkan sebagai berikut :

- a. (R1) *If Murid is Kurang and Guru is Kurang and Kepala*

*Sekolah is Kurang then Kinerja is Sangat Kurang*

Perhitungan R1:

$$\begin{aligned} A1 &= \mu_{\text{kurang}}(30.6) \cap \mu_{\text{kurang}}(24.5) \cap \mu_{\text{kurang}}(32.2) \\ &= \min(0.94; 1; 0.89) \\ &= 0.89 \\ Z1 &= 0.89 = (35-z1) / (35-30) \\ &= 0.89 = (35-z1) / 5 \\ &= 30.55 \end{aligned}$$

b. (R2) *If Murid is Kurang and Guru is Kurang and Kepala Sekolah is Cukup then Kinerja is Sangat Kurang*

Perhitungan R2:

$$\begin{aligned} A2 &= \mu_{\text{kurang}}(30.6) \cap \mu_{\text{kurang}}(24.5) \cap \mu_{\text{cukup}}(32.2) \\ &= \min(0.94; 1; 0.11) \\ &= 0.11 \\ Z2 &= 0.11 = (35-z2)/(35-30) \\ &= 0.11 = (35-z2)/5 \\ &= 34.45 \end{aligned}$$

c. (R10) *If Murid is Cukup and Guru is Kurang and Kepala Sekolah is Kurang then Kinerja is Sangat Kurang*

Perhitungan R10:

$$\begin{aligned} A10 &= \mu_{\text{cukup}}(30.6) \cap \mu_{\text{kurang}}(24.5) \cap \mu_{\text{kurang}}(32.2) \\ &= \min(0.06; 1; 0.89) \\ &= 0.06 \\ Z10 &= 0.06 = (35-z10)/(35-30) \\ &= 0.06 = (35-z10)/5 \\ &= 34.7 \end{aligned}$$

d. (R11) *If Murid is Cukup and Guru is Kurang and Kepala Sekolah is Cukup then Kinerja is Sangat Kurang*

Perhitungan R11:

$$\begin{aligned} A11 &= \mu_{\text{cukup}}(30.6) \cap \mu_{\text{kurang}}(24.5) \cap \mu_{\text{cukup}}(32.2) \\ &= \min(0.06; 1; 0.11) \\ &= 0.06 \\ Z11 &= 0.06 = (35-z11)/(35-30) \\ &= 0.06 = (35-z11)/5 \\ &= 34.7 \end{aligned}$$

## 5. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini membahas dari pembahasan yang di sampaikan dimana :

- Metode Tsukamoto dalam FIS terbukti efektif dalam mengatasi ketidakpastian dan keambiguan dalam evaluasi kinerja karyawan. Variabel fuzzifikasi dan aturan linguistik memberikan keleluasaan dalam menangkap nuansa penilaian yang sulit diukur secara kuantitatif.
- Evaluasi karyawan dengan FIS Tsukamoto menunjukkan tingkat objektivitas yang lebih tinggi dibandingkan metode konvensional. Sistem ini lebih sensitif terhadap variasi data dan mampu memberikan gambaran yang lebih akurat tentang kinerja karyawan.

## DAFTAR PUSTAKA

- J. M. Garibaldi, "Intelligent Techniques For Handling Uncertainty In The Assessment Of Neonatal Outcome," *Electr. Eng.*, No. November, 1997.
- S. Putri And I. Akhlis, "Implementation Of Expert System To Diagnose Pregnancy Disorders Using Fuzzy Expert System Method," Vol. 3, No. April, Pp. 33-42, 2021.
- S. G. Barbounaki, A. Sarantaki, And K. Gourounti, "Fuzzy Logic Intelligent Systems And Methods In Midwifery And Obstetrics," *Acta Inform. Medica*, Vol. 29, No. 3, Pp. 210-215, 2021, Doi: 10.5455/Aim.2021.29.210-215.
- H. N. Hadi And W. F. Mahmudy, "Penilaian Prestasi Kinerja Pegawai Menggunakan Fuzzy Tsukamoto," *J. Teknol. Inf. Dan Ilmu Komput.*, Vol. 2, No. 1, P. 41, 2015, Doi: 10.25126/Jtiik.201521129.
- K. Sari And R. Siregar, "Evaluasi Kinerja Karyawan Kontrak Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto," *J. Media Inform. Budidarma*, Vol. 6, No. 1, P. 525, 2022, Doi: 10.30865/Mib.V6i1.3441.
- L. P. Ayuningtias, M. Irfan, And J. Jumadi, "Analisa Perbandingan Logic Fuzzy Metode Tsukamoto, Sugeno, Dan Mamdani," *J. Tek. Inform.*, Vol. 10, No. 1, Pp. 9-16, 2017.
- D. N. Ilham, "Implementasi Metode Simple Queue Dan Queue Tree Untuk Optimasi Manajemen Bandwith Jaringan Komputer Di Politeknik Aceh Selatan," *Methomika J. Manaj. Inform. Komputerisasi Akunt.*, Vol. 2, No. 1, Pp. 43-50, 2018.
- N. Ratama, "Implementasi Metode Fuzzy Tsukamoto Untuk Deteksi Dini Autisme Pada

- Balita Berbasis Android,” Vol. 3, No. 2, Pp. 129–139, 2020, [Online]. Available: [Https://E-Journal.Stmiklombok.Ac.Id/Index.Php/Jire/Article/View/269](https://E-Journal.Stmiklombok.Ac.Id/Index.Php/Jire/Article/View/269).
- [9] R. A. Azis And N. Ratama, “Rancang Bangun Sistem Aplikasi Pendaftaran Dan Pengelolaan Seminar Online Berbasis Web ( Studi Kasus : Universitas Pamulang ),” Vol. 2, No. 2, Pp. 162–166, 2021.
- [10] W. Puspitasari, A. H. Yunial, T. Informatika, U. Pamulang, J. R. Puspitek, And K. Pamulang, “Penerapan Metode Fuzzy Multi Criteria Decision Making Menentukan Pengaruh Kinerja Karyawan,” Vol. 1, No. 2, Pp. 79–84, 2020.