

Sistem Prediksi Pemutusan Kontrak Kerja oleh Karyawan Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani

Mutiq Anisa Tanjung¹, Afifa Salsabila², Rizky Amelia³, Angraini Puspita Sari⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, UPN “Veteran” Jawa Timur

¹121081010123@student.upnjatim.ac.id

²21081010130@student.upnjatim.ac.id

³21081010129@student.upnjatim.ac.id

*Corresponding author email: anggraini.puspita.if@upnjatim.ac.id

Abstrak — Maraknya fenomena *turnover* istilah yang merujuk pada presentase karyawan melakukan *resign* pada jangka waktu tertentu) yang dilakukan oleh pekerja kepada perusahaan menjadi isu yang hangat dalam beberapa dekade terakhir. Salah satu contoh upaya yang memungkinkan diterapkan oleh perusahaan dengan harapan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan membuat sistem yang dapat memperkirakan probabilitas pekerja untuk mengakhiri hubungan kerja. Dalam penelitian ini, dibuat program prediksi pemutusan kontrak kerja oleh karyawan dengan rentang waktu dua tahun kedepan menggunakan metode logika Fuzzy Mamdani. Metode logika Fuzzy menitikberatkan pada konsep ketidakjelasan, tidak seperti logika Boolean. Terdapat empat variabel yang digunakan untuk menentukan hasil prediksi pada penelitian ini, diantaranya adalah pendapatan, umur, pengalaman pada bidang yang digeluti, serta periode kerja. Keempat variabel tersebut kemudian dianalisis sehingga akan mendapatkan nilai dari variabel *output*. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa program prediksi pemutusan kontrak kerja oleh karyawan menggunakan metode logika Fuzzy Mamdani mempunyai nilai keakuratan sebesar 70,49% yang didapat dari hasil perbandingan keluaran dengan *dataset* yang berfungsi sebagai acuan.

Kata Kunci— Fuzzy Mamdani, Pemutusan Hubungan Kerja, Prediksi; Karyawan, Kecerdasan Buatan.

I. PENDAHULUAN

Pemutusan kontrak kerja merupakan salah satu problematika utama yang sering terjadi di kalangan perusahaan. Berdasarkan data yang diperoleh dari Kementerian Ketenagakerjaan, tercatat sebanyak 13.634 kasus pemutusan hubungan kerja (PHK) dalam rentang waktu Januari hingga Maret 2023 [1]. Hubungan kerja antara pekerja dan perusahaan dimulai ketika kedua pihak menandatangani kontrak kerja dimana pekerja menyatakan kesediaannya untuk dipekerjakan demi upah dan perusahaan menegaskan kapasitasnya untuk mempekerjakan karyawan dengan membayar kompensasi [2].

Kepuasan kerja berdasarkan karakteristik tertentu, seperti motivasi kerja dan persaingan, memotivasi karyawan untuk bekerja lebih keras dan tetap berkomitmen pada pekerjaannya. Begitupun sebaliknya, apabila tingkat kepuasan pekerjaan rendah, maka dapat mengakibatkan rendahnya loyalitas karyawan serta peluang bagi mereka untuk mencari pekerjaan lain untuk membuat mereka merasa lebih puas [3]. Keberadaan fenomena *turnover* yang dilakukan oleh pekerja memiliki andil yang besar pada produktivitas suatu perusahaan, dilihat dari

segi biaya pelatihan maupun berkurangnya sumber daya manusia yang dapat diandalkan. Analisis terhadap karyawan oleh perusahaan dapat membantu meminimalisir kerugian yang ditimbulkan.

Berdasarkan uraian di atas, salah satu bentuk analisis yang dapat diterapkan adalah pembuatan sistem prediksi pemutusan hubungan kerja berdasarkan kompetensi serta kepuasan yang dimiliki oleh setiap pegawai. Penerapan metode logika Fuzzy Mamdani digunakan sebagai acuan dan algoritma yang nantinya menghasilkan nilai ketidakpastian sebagai bentuk keluaran [4]. Apabila logika konvensional memiliki prinsip bahwa segala sesuatu dapat direpresentasikan dalam istilah biner (0 atau 1), logika Fuzzy (logika samar) berkaitan dengan gagasan kebenaran parsial [5]. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat dijadikan bahan pendukung prediksi peluang karyawan melakukan pemutusan hubungan kerja dengan perusahaan dalam rentang waktu dua tahun kemudian.

II. LANDASAN TEORI

Landasan teori yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini meliputi:

A. Pemutusan Kontrak Kerja

Kontrak kerja adalah perjanjian antara karyawan dan pemberi kerja yang mengatur hak, kewajiban, dan syarat-syarat kerja yang berlaku di antara keduanya. Kontrak kerja biasanya mencakup masa kerja, gaji, tunjangan, hak dan kewajiban karyawan, serta persyaratan pemutusan kontrak. Pemutusan kontrak kerja oleh karyawan merujuk pada situasi dimana seorang karyawan memutuskan untuk mengakhiri hubungan kerja mereka dengan sebuah perusahaan tempat mereka bekerja. Pemutusan ini didasari oleh banyak hal, baik itu dari segi tingkat loyalitas pekerja yang rendah, maupun adanya rasa tidak ketidakpuasan dari para pekerja terhadap suatu perusahaan.

B. Konsep Dasar Logika Fuzzy

Ketidakjelasan adalah konsep yang dijelaskan oleh logika fuzzy. Dasar dari logika fuzzy adalah gagasan bahwa segala sesuatu memiliki nilai derajat. Konsep kebenaran parsial pertama kali dibuat oleh logika *boolean*, yang kemudian disempurnakan oleh logika fuzzy. Logika yang dikenal sebagai logika fuzzy memiliki nilai yang kabur antara benar dan salah. Sebuah nilai dapat bernilai benar atau salah secara bersamaan menurut teori logika fuzzy. Namun, bobot keanggotaan yang

dimilikinya mempengaruhi seberapa besar keberadaan dan kesalahan yang ada. Pada logika fuzzy, derajat keanggotaan terletak di antara $[0,1]$, berbanding terbalik dengan logika boolean yang hanya menawarkan dua kemungkinan hasil: benar atau salah. Apabila sebuah kuantitas dinyatakan dalam bahasa yang diterjemahkan menggunakan logika fuzzy, misalnya, kelayakan fasilitas di sebuah perusahaan, maka akan dinyatakan dengan keluaran layak, layak, serta tidak layak. Derajat kebenaran suatu nilai dan sebaliknya juga ditampilkan melalui logika fuzzy. Himpunan fuzzy, fungsi keanggotaan, operator pada himpunan fuzzy, inferensi fuzzy, dan defuzzifikasi termasuk ke dalam beberapa elemen yang membentuk logika fuzzy.

C. Himpunan Fuzzy

Himpunan fuzzy memperluas konsep himpunan tradisional dengan memperkenalkan gagasan keanggotaan parsial. Untuk menentukan seberapa banyak anggota yang memenuhi definisi himpunan, rentang fungsi karakteristik dapat diperluas untuk menyertakan nilai nyata dalam rentang $[0,1]$. Hal ini dikenal dengan istilah membuat himpunan fuzzy. Konsep ini memungkinkan penggabungan keambiguan dan ketidakpastian dalam pengambilan keputusan.

D. Fungsi Keanggotaan Fuzzy

Fungsi Keanggotaan fuzzy menggambarkan sejauh mana sebuah elemen termasuk dalam himpunan fuzzy. Fungsi ini mengaitkan setiap elemen dengan sebuah nilai keanggotaan yang mencerminkan tingkat keanggotaan dalam himpunan. Hubungan antara variabel input dan level dijelaskan oleh berbagai jenis fungsi keanggotaan fuzzy yang umum dipergunakan, termasuk fungsi segitiga, fungsi trapesium, dan fungsi gaussian.

E. Operator pada Himpunan Fuzzy

Beberapa operator yang digunakan dalam himpunan Fuzzy, diantaranya:

- Komplemen (*NOT*)

Menggabungkan dua himpunan fuzzy dengan menggunakan fungsi minimum dari tingkat keanggotaan.

$$\mu_A(x) = 1 - \mu_A(x)$$

- Gabungan (*OR*)

Menggunakan fungsi maksimum derajat keanggotaan untuk menggabungkan dua himpunan fuzzy.

$$\mu_{(A \cup B)}(x) = \max [\mu_A(x), \mu_B(x)]$$

- Irisan (*AND*)

Mengubah tingkat keanggotaan suatu himpunan fuzzy menjadi kebalikannya.

$$\mu_{(A \cap B)}(x) = \max [\mu_A(x), \mu_B(x)]$$

F. Inferensi Fuzzy

Inferensi fuzzy adalah proses penarikan kesimpulan dari himpunan aturan fuzzy berdasarkan pada informasi yang

diberikan oleh variabel *input*. Pada inferensi fuzzy, aturan-aturan fuzzy diterapkan untuk menghasilkan himpunan fuzzy sebagai keluaran. Setiap aturan fuzzy terdiri dari premis fuzzy yang menghubungkan variabel *input* dengan variabel *output*, dan konsekuensi fuzzy yang mendefinisikan himpunan fuzzy untuk variabel *output*.

G. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah proses dalam logika fuzzy yang mengubah suatu keluaran dari suatu sistem fuzzy menjadi suatu nilai konkret yang bisa dimengerti. Dalam proses defuzzifikasi terdapat tiga kriteria yang perlu dipenuhi yaitu, rasional, perhitungan dilakukan dengan mudah, dan dilakukan secara terus-menerus. Defuzzifikasi umumnya melibatkan transformasi himpunan fuzzy menjadi bilangan nyata tunggal yang merepresentasikan solusi dari sistem inferensi fuzzy.

H. Logika Fuzzy Metode Mamdani

Terdapat empat tahapan utama dalam penerapan logika fuzzy menggunakan metode Mamdani, antara lain [6]:

- Pemodelan himpunan fuzzy

Dalam metode Mamdani, pemodelan himpunan fuzzy terbagi menjadi satu maupun lebih himpunan fuzzy dan ini berlaku baik untuk variabel masukan maupun keluaran.

- Penerapan fungsi implikasi

Fungsi implikasi jenis MIN adalah fungsi yang diterapkan dalam penerapan metode Mamdani.

- Komposisi dan pembentukan aturan

Pada tahap pembentukan inferensi fuzzy, dapat digunakan metode MAX (*Maximum*) dengan aturan berikut ini:

$$\mu_{sf}[X_n] = \max (\mu_{sf}[X_n], \mu_{kf}[X_n])$$

Penjelasan :

$\mu_{sf}[X_n]$ = derajat keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-n.

$\mu_{kf}[X_n]$ = merupakan derajat keanggotaan konsekuen fuzzy pada aturan ke-n.

- Penegasan (*defuzzification*)

Pada metode Mamdani, proses *defuzzification* bisa dijalankan dengan menerapkan metode **Centroid** sehingga keluaran *crisp* didapatkan melalui pengambilan titik pusat pada daerah fuzzy. Menurut Bo Yuan dalam (Djunaidi, 2019), berikut adalah rumus metode Centroid:

$$\mu(x) = \frac{\int_a^b x \mu(x) dx}{\int_a^b \mu(x) dx}$$

atau

$$\mu(x) = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \mu(x_i)}{\sum_{i=1}^n \mu(x_i)}$$

Menurut Kusumadewi dalam (Djunaidi, 2019), dua keuntungan apabila digunakan metode Centroid, antara lain:

1) Pergantian suatu himpunan fuzzy sejalan dengan derajat *defuzzification*, yaitu bergerak dengan halus,

- 2) Memudahkan proses perhitungan.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini, metodologi yang diterapkan dimulai dari tahap kajian pustaka, lalu pengumpulan dan identifikasi data, pembentukan dan penyusunan himpunan fuzzy, penerapan fungsi implikasi, penegasan (*defuzzification*), serta pengujian program. Penjelasan lebih lanjut terkait tahapan-tahapan tersebut, antara lain:

A. Kajian pustaka

Pada tahap ini dilakukan kajian pustaka terkait algoritma fuzzy Mamdani yang akan dilakukan. Untuk sumber informasi dapat berupa buku, jurnal, artikel, maupun yang lain.

B. Pengumpulan dan identifikasi data

Tahapan identifikasi terhadap data dapat dilakukan dengan menentukan variabel apa saja yang berpengaruh terhadap hasil perhitungan dan analisis. Dalam penelitian ini, variabel yang digunakan, antara lain:

- 1) Pendapatan,
- 2) Umur,
- 3) Pengalaman pada bidang yang digeluti,
- 4) Periode kerja, serta
- 5) Keputusan sebagai variabel keluaran.

C. Pembentukan himpunan fuzzy

Pada tahap ini, baik variabel masukan maupun keluaran dipisahkan menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy menggunakan pendekatan Mamdani.

D. Penerapan fungsi implikasi

Pada tahap ini, fungsi Min digunakan pada tiap tiap aturan sebagai fungsi implikasi karena merupakan penerapan dari metode Mamdani.

E. Penegasan (*defuzzification*)

Dalam tahap ini, proses penegasan (*defuzzification*) dijalankan dengan menggunakan metode *centroid* dengan bantuan *library* dan *package* fuzzy pada penerapan metode fuzzy Mamdani.

F. Pengujian program

Proses pengujian program dilakukan terhadap dataset yang tersedia sehingga diperoleh nilai keakuratan dari penerapan metode logika.



Gbr. 1 Alur metodologi penelitian yang digunakan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, kami menggunakan *dataset* berupa data informasi setiap pegawai dan keterhubungannya dengan kemungkinan mereka untuk keluar dari perusahaan dalam kurun waktu dua tahun. Pada penelitian ini dibuat program prediksi pemutusan kontrak kerja oleh karyawan dengan menggunakan metode Mamdani sehingga diperoleh hasil akurasinya setelah dibandingkan dengan dataset yang ada.

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data pengalaman, data tingkat pendapatan, data usia, dan data jam kerja. Data ini diambil dari tahun 2018 dengan demikian tahun 2020 merupakan prediksi apakah karyawan tersebut akan melakukan pemutusan kontrak kerja atau tidak. Berikut ini visualisasi data yang diperoleh:

	Education	JoiningYear	City	PaymentTier	Age	Gender	EverBenched	ExperienceInCurrentDomain	LeaveOrNot
0	Bachelors	2017	Bangalore	3	34	Male	No	0	0
1	Bachelors	2013	Pune	1	28	Female	No	3	1
2	Bachelors	2014	New Delhi	3	38	Female	No	2	0
3	Masters	2016	Bangalore	3	27	Male	No	5	1
4	Masters	2017	Pune	3	24	Male	Yes	2	1
...
4648	Bachelors	2013	Bangalore	3	26	Female	No	4	0
4649	Masters	2013	Pune	2	37	Male	No	2	1
4650	Masters	2018	New Delhi	3	27	Male	No	5	1
4651	Bachelors	2012	Bangalore	3	30	Male	Yes	2	0
4652	Bachelors	2015	Bangalore	3	33	Male	Yes	4	0

Tabel 1. Data Informasi Pegawai

Berikut ini langkah penyelesaian dalam memprediksi pemutusan kontrak kerja oleh karyawan menggunakan metode fuzzy Mamdani:

1. Pengolahan Data

Pengolahan data diterapkan dengan mendefinisikan variabel dan semesta pembicaraan, kemudian menyusun himpunan fuzzy dan *range* dari himpunan fuzzy tersebut.

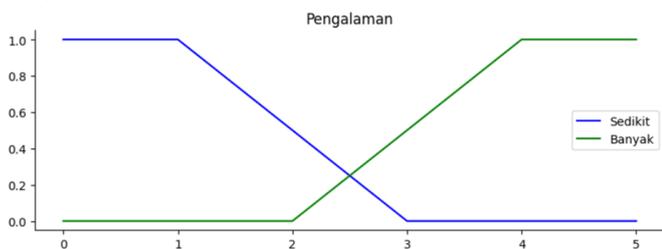
Fungsi	Variabel	Semesta Pembicaraan	Keterangan
Input	Pengalaman	[0 - 5]	Jumlah pengalaman pada bidang yang digeluti
	Tingkat Pendapatan	[1 - 3]	Tingkat pendapatan dibagi menjadi 3: 1. Highest 2. Mid Level 3. Lowest
	Umur	[21 - 42]	Umur pegawai pada tahun 2018
	Periode Kerja	[0 - 6]	Jumlah tahun bekerja sejak masuk ke perusahaan sampai tahun 2018
Output	Prediksi	[0 - 100]	Presentase kemungkinan bertahan di perusahaan

Tabel 2. Mengidentifikasi Variabel dan Semesta Pembicaraan,

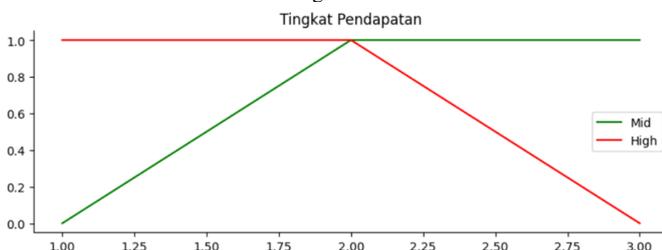
Fungsi	Variabel	Himpunan Fuzzy	Semesta Pembicaraan	Range Himpunan Fuzzy
Input	Pengalaman	Sedikit	[0 - 5]	[0, 0, 1, 3]
		Banyak		[2, 2, 3, 3]
	Tingkat Pendapatan	Tinggi	[1 - 3]	[1, 1, 2, 2]
		Sedang		[2, 2, 3, 3]
	Umur	Dewasa 1	[21 - 42]	[21, 21, 27, 28]
		Dewasa 2		[28, 28, 35, 36]
Dewasa 3		[36, 36, 41, 42]		
Periode Kerja	Junior	[0 - 6]	[0, 0, 1, 3]	
	Intermediate		[2, 2, 4, 5]	
	Senior		[3, 4, 6, 6]	
Output	Prediksi	Keluar	[0 - 100]	[0, 0, 30, 80]
		Bertahan		[30, 80, 100, 100]

Tabel 3. Himpunan Fuzzy dan Range Himpunan Fuzzy

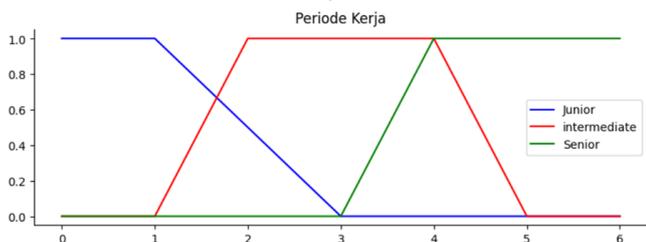
Berikut visualisasi setiap variabel dengan rentang himpunan fuzzy:



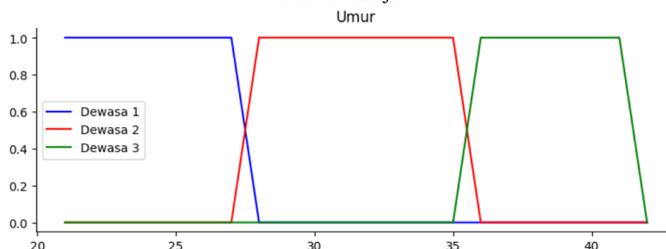
Gbr. 2 Grafik sebagai visualisasi rentang himpunan fuzzy variabel Pengalaman.



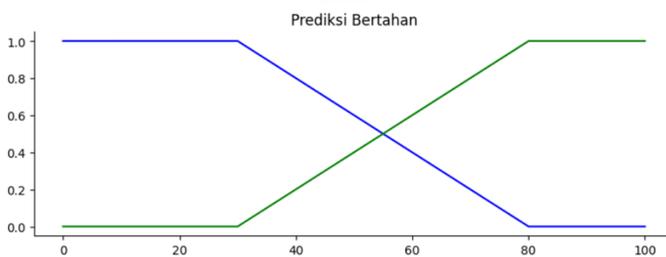
Gbr. 3 Grafik sebagai visualisasi rentang himpunan fuzzy variabel Tingkat Pendapatan.



Gbr. 4 Grafik sebagai visualisasi rentang himpunan fuzzy variabel Tingkat Periode Kerja.



Gbr. 5 Grafik sebagai visualisasi rentang himpunan fuzzy variabel Tingkat Umur.



No.	Pengalaman	Tingkat Pendapatan	Umur	Periode Kerja	Prediksi
1.	Sedikit	Sedang	Dewasa 1	Junior	Bertahan
2.	Sedikit	Sedang	Dewasa 1	Intermediate	Bertahan
3.	Sedikit	Sedang	Dewasa 2	Junior	Bertahan

Gbr. 6 Grafik sebagai visualisasi rentang himpunan fuzzy variabel Tingkat Prediksi Bertahan.

2. Tentukan Derajat Keanggotaan dan Rule-based Fuzzy
Derajat keanggotaan untuk setiap himpunan fuzzy dihitung menggunakan website *Google Collaboratory* dengan menggunakan bahasa pemrograman Python. Sintaks untuk menentukan tingkat keanggotaan adalah:

```
#menentukan derajat keanggotaan
w = []
w.append(fuzz.interp_membership(expr, expr_lo, expr_data[j]))
w.append(fuzz.interp_membership(expr, expr_hi, expr_data[j]))

x = []
x.append(fuzz.interp_membership(payment, payment_md, pay_data[j]))
x.append(fuzz.interp_membership(payment, payment_hi, pay_data[j]))

y = []
y.append(fuzz.interp_membership(umur, umur_awl, age_data[j]))
y.append(fuzz.interp_membership(umur, umur_mid, age_data[j]))
y.append(fuzz.interp_membership(umur, umur_akh, age_data[j]))

z = []
z.append(fuzz.interp_membership(join, join_new, data_join[j]))
z.append(fuzz.interp_membership(join, join_mid, data_join[j]))
z.append(fuzz.interp_membership(join, join_old, data_join[j]))
```

Keterangan:

- w[] : menampung nilai derat keanggotaan di setiap himpunan pada variabel 'Pengalaman'
- expr : rentang semesta pembicaraan variabel 'Pengalaman'
- expr_lo : rentang variabel himpunan fuzzy 'Sedikit' pada variabel 'Pengalaman'
- expr_hi : rentang variabel himpunan fuzzy 'Banyak' pada variabel 'Pengalaman'
- x[] : menampung nilai derajat keanggotaan di setiap himpunan pada variabel 'Tingkat Pendapatan'

- payment: rentang semesta pembicaraan variabel 'Tingkat Pendapatan'
- payment_md: rentang variabel himpunan fuzzy 'Sedang' pada variabel 'Tingkat Pendapatan'
- payment_hi: rentang variabel himpunan fuzzy 'Tinggi' pada variabel 'Tingkat Pendapatan'
- y[]: menampung nilai derat keanggotaan di setiap himpunan pada variabel 'Umur'
- umur: rentang semesta pembicaraan variabel 'Umur'
- umur_awl: rentang variabel himpunan fuzzy 'Dewasa 1' pada variabel 'Umur'
- umur_mid: rentang variabel himpunan fuzzy 'Dewasa 2' pada variabel 'Umur'
- umur_akh: rentang variabel himpunan fuzzy 'Dewasa 3' pada variabel 'Umur'
- z[]: menampung nilai derajat keanggotaan di setiap himpunan pada variabel 'Periode Kerja'
- join: rentang semesta pembicaraan variabel 'Periode Kerja'
- join_new : rentang variabel himpunan fuzzy 'Junior' pada variabel 'Periode Kerja'
- join_old: rentang variabel himpunan fuzzy 'Senior' pada variabel 'Periode Kerja'
- Setelah itu, menentukan aturan fuzzy yang akan diterapkan pada program kemudian menerapkannya dengan variabel array yang digunakan untuk menampung nilai keanggotaan.

```

apred7 = np.fmin(w[0],np.fmin(x[1], np.fmin(y[1], z[0])))
apred8 = np.fmin(w[0],np.fmin(x[1], np.fmin(y[1], z[1])))
apred23 = np.fmin(w[0],np.fmin(x[1], np.fmin(y[1], z[2])))
apred24 = np.fmin(w[0],np.fmin(x[1], np.fmin(y[2], z[0])))
apred25 = np.fmin(w[0],np.fmin(x[1], np.fmin(y[2], z[1])))
apred26 = np.fmin(w[0],np.fmin(x[1], np.fmin(y[2], z[2])))
apred9 = np.fmin(w[1],np.fmin(x[0], np.fmin(y[0], z[0])))
apred10 = np.fmin(w[1],np.fmin(x[0], np.fmin(y[0], z[1])))

```

Berikut ini bentuk sintaks menggunakan bahasa pemrograman Python :

```

#memodelkan rule base
apred1 = np.fmin(w[0],np.fmin(x[0], np.fmin(y[0], z[0])))
apred2 = np.fmin(w[0],np.fmin(x[0], np.fmin(y[0], z[1])))
apred17 = np.fmin(w[0],np.fmin(x[0], np.fmin(y[0], z[2])))
apred3 = np.fmin(w[0],np.fmin(x[0], np.fmin(y[1], z[0])))
apred4 = np.fmin(w[0],np.fmin(x[0], np.fmin(y[1], z[1])))
apred18 = np.fmin(w[0],np.fmin(x[0], np.fmin(y[1], z[2])))
apred19 = np.fmin(w[0],np.fmin(x[0], np.fmin(y[2], z[0])))
apred20 = np.fmin(w[0],np.fmin(x[0], np.fmin(y[2], z[1])))
apred21 = np.fmin(w[0],np.fmin(x[0], np.fmin(y[2], z[2])))
apred5 = np.fmin(w[0],np.fmin(x[1], np.fmin(y[0], z[0])))
apred6 = np.fmin(w[0],np.fmin(x[1], np.fmin(y[0], z[1])))
apred22 = np.fmin(w[0],np.fmin(x[1], np.fmin(y[0], z[2])))

```

4.	Sedikit	Tinggi	Dewasa 2	Intermediate	Bertahan
5.	Sedikit	Tinggi	Dewasa 1	Junior	Bertahan
6.	Sedikit	Tinggi	Dewasa 1	Intermediate	Keluar
7.	Sedikit	Tinggi	Dewasa 2	Junior	Bertahan
8.	Sedikit	Tinggi	Dewasa 2	Intermediate	Keluar
9.	Banyak	Sedang	Dewasa 1	Junior	Bertahan
10.	Banyak	Sedang	Dewasa 1	Intermediate	Bertahan
11.	Banyak	Sedang	Dewasa 2	Junior	Bertahan
12.	Banyak	Tinggi	Dewasa 2	Intermediate	Bertahan
13.	Banyak	Tinggi	Dewasa 1	Junior	Keluar
14.	Banyak	Tinggi	Dewasa 1	Intermediate	Keluar
15.	Banyak	Tinggi	Dewasa 2	Junior	Keluar
16.	Banyak	Tinggi	Dewasa 2	Intermediate	Keluar
17.	Sedikit	Sedang	Dewasa 2	Senior	Bertahan
18.	Sedikit	Tinggi	Dewasa 2	Senior	Bertahan
19.	Sedikit	Sedang	Dewasa 3	Junior	Bertahan
20.	Sedikit	Tinggi	Dewasa 3	Intermediate	Bertahan
21.	Sedikit	Tinggi	Dewasa 3	Senior	Bertahan
22.	Sedikit	Tinggi	Dewasa 1	Senior	Keluar
23.	Sedikit	Tinggi	Dewasa 2	Senior	Keluar
24.	Sedikit	Tinggi	Dewasa 3	Junior	Bertahan
25.	Sedikit	Tinggi	Dewasa 3	Intermediate	Keluar
26.	Sedikit	Tinggi	Dewasa 3	Senior	Keluar
27.	Banyak	Sedang	Dewasa 1	Senior	Bertahan
28.	Banyak	Tinggi	Dewasa 2	Senior	Bertahan
29.	Banyak	Sedang	Dewasa 3	Junior	Bertahan
30.	Banyak	Tinggi	Dewasa 3	Intermediate	Bertahan
31.	Banyak	Tinggi	Dewasa 3	Senior	Bertahan
32.	Banyak	Tinggi	Dewasa 1	Senior	Keluar
33.	Banyak	Tinggi	Dewasa 2	Senior	Keluar
34.	Banyak	Tinggi	Dewasa 3	Intermediate	Keluar
35.	Banyak	Tinggi	Dewasa 3	Junior	Keluar
36.	Banyak	Tinggi	Dewasa 3	Senior	Keluar

```

apred27 = np.fmin(w[1],np.fmin(x[0], np.fmin(y[0], z[2])))
apred11 = np.fmin(w[1],np.fmin(x[0], np.fmin(y[1], z[0])))
apred12 = np.fmin(w[1],np.fmin(x[0], np.fmin(y[1], z[1])))
apred28 = np.fmin(w[1],np.fmin(x[0], np.fmin(y[1], z[2])))
apred29 = np.fmin(w[1],np.fmin(x[0], np.fmin(y[2], z[0])))
apred30 = np.fmin(w[1],np.fmin(x[0], np.fmin(y[2], z[1])))
apred31 = np.fmin(w[1],np.fmin(x[0], np.fmin(y[2], z[2])))
apred13 = np.fmin(w[1],np.fmin(x[1], np.fmin(y[0], z[0])))
apred14 = np.fmin(w[1],np.fmin(x[1], np.fmin(y[0], z[1])))
apred32 = np.fmin(w[1],np.fmin(x[1], np.fmin(y[0], z[2])))
apred15 = np.fmin(w[1],np.fmin(x[1], np.fmin(y[1], z[0])))
apred16 = np.fmin(w[1],np.fmin(x[1], np.fmin(y[1], z[1])))
apred33 = np.fmin(w[1],np.fmin(x[1], np.fmin(y[1], z[2])))
apred34 = np.fmin(w[1],np.fmin(x[1], np.fmin(y[2], z[0])))
apred35 = np.fmin(w[1],np.fmin(x[1], np.fmin(y[2], z[1])))
apred36 = np.fmin(w[1],np.fmin(x[1], np.fmin(y[2], z[2])))

```

3. Inferensi

Pada metode Mamdani, proses komputasi inferensi dimulai dengan mengelompokkan variabel derajat keanggotaan yang memiliki nilai prediksi yang sama yaitu 'Keluar' dan 'Bertahan', kemudian dicari nilai maksimum dari semua variabel derajat keanggotaan. Di bawah ini adalah contoh mengimplementasikan sintaks menggunakan bahasa pemrograman Python:

```

output_keluar = np.fmax(apred6, np.fmax(apred15,np.fmax(apred16,
np.fmax(apred13,np.fmax(apred14,np.fmax(apred8, np.fmax(apred22,
np.fmax(apred23,np.fmax(apred25, np.fmax(apred26, np.fmax(apred32,
np.fmax(apred33,apred35))))))))))
output_bertahan = np.fmax(apred1, np.fmax(apred11, np.fmax(apred7,
np.fmax(apred2,np.fmax(apred5,np.fmax(apred4,np.fmax(apred12,
np.fmax(apred10,np.fmax(apred9,np.fmax(apred3, np.fmax(apred17,
np.fmax(apred18, np.fmax(apred19, np.fmax(apred20, np.fmax(apred21,
np.fmax(apred27, np.fmax(apred28, np.fmax(apred29, np.fmax(apred30,
np.fmax(apred31,np.fmax(apred34,np.fmax(apred36,apred24))))))))))
))))))

```

4. Defuzzifikasi

Metode Mamdani menerapkan operasi defuzzifikasi pada keluaran fuzzy untuk menghasilkan nilai yang terdefinisi dengan baik. Metode defuzzifikasi yang umum adalah metode *centroid*. Metode ini menghitung nilai crisp sebagai pusat massa keluaran fuzzy.

Pada program dicari nilai terkecil dari rentang variabel 'Prediksi' dan nilai keanggotaan terkecil yang sudah dicari pada tahap inferensi. Berikut sintaks pada bahasa pemrograman Python:

```

Keluar = np.fmin(output_keluar, output_yes)
Bertahan = np.fmin(output_bertahan, output_no)

```

Kemudian dari kedua variabel tersebut akan dicari nilai maksimum yang disimpan ke dalam variabel 'Komposisi' untuk dihitung defuzzifikasi dengan metode *centroid*.

Pada penelitian ini menggunakan fungsi pada python untuk menghitung nilai defuzzifikasinya. Berikut syntax penerapannya dalam bahasa python:

```

#hasil defuzzifikasi
nk = fuzz.defuzz(output, komposisi, 'centroid')

print("Output: ",nk)

```

5. Hasil

Setelah mendapatkan nilai defuzzifikasinya, dapat diolah kembali untuk mencari output yang sesuai dengan data. Pada data yang diperoleh keluaran yang diperoleh berupa 0 untuk menandakan hasil prediksi bernilai 'Bertahan' dan 1 untuk menandakan hasil prediksi bernilai 'Keluar'.

Pada metode mamdani menerapkan fungsi fuzzy untuk mencari nilai keanggotaan defuzzifikasi terhadap rentang output yang diterapkan sebelumnya. Setelah diidentifikasi dapat didefinisikan nilainya berupa 0 atau 1 kemudian disimpan ke dalam variabel 'hasil'.

```

v = []
v.append(fuzz.interp_membership(output, output_yes, nk))
v.append(fuzz.interp_membership(output, output_no, nk))

if v[0] >= v[1]:
    number = 1
elif v[1] > v[0]:
    number = 0

hasil.append(number)

```

6. Pengujian

Setelah dibuatkan program prediksi pemutusan kontrak kerja oleh karyawan ini, kemudian dilakukan pengujian terhadap *dataset* yang ada diperoleh tingkat akurasi sebesar 70,49% dari 4.653 data.

Pengujian ini menggunakan program *similarity* atau mencocokkan hasil program dengan data hasil yang ada di *dataset*. Berikut sintaks program yang digunakan:

```

def calculate_similarity(array1, array2):
    if len(array1) != len(array2):
        raise ValueError("Ukuran array harus sama")

    total_elements = len(array1)
    matching_elements = 0

    for i in range(total_elements):
        if array1[i] == array2[i]:
            matching_elements += 1

    similarity_percentage = (matching_elements / total_elements) * 100
    return similarity_percentage

similarity = calculate_similarity(output_data, hasil)
print(f"Tingkat kecocokan: {similarity}%")

```

Berikut hasil persentase kecocokkan *dataset* dengan *output* program prediksi pemutusan kontrak kerja oleh karyawan ini:

Tingkat kecocokan: 70.49215559853857%

V. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil pengujian program prediksi pemutusan kontrak kerja oleh karyawan pada *dataset* yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa metode fuzzy dapat digunakan untuk memprediksi pemutusan kontrak kerja oleh karyawan dalam kurun waktu dua tahun dengan mempertimbangkan data pengalaman, data tingkat pendapatan, data usia, dan data periode kerja. Dengan menggunakan metode fuzzy Mamdani diperoleh akurasi sebesar 70.49% dari 4.653 data. Hal ini menunjukkan bahwasannya metode Mamdani dapat digunakan sebagai alat pendukung prediksi pemutusan kontrak kerja oleh karyawan dalam kurun waktu dua tahun terakhir.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada banyak pihak yang turut serta dalam membantu proses penelitian, terutama kepada dosen pembimbing, tim SANTIKA, serta institusi terkait yang telah bersedia mendukung serta memberikan pendanaan.

REFERENSI

- [1] A. Rindi, W. Bambang, dan A. Rizal, "Pengaruh Motivasi Kerja dan Persaingan Kerja Terhadap Produktivitas Kerja Melalui Kepuasan Kerja sebagai Variabel Intervening pada Pegawai Universitas Pembangunan Panca Budi Medan," *Jurnal Manajemen Tools*, vol. 11, hal. 189-205, 2019.
- [2] D. Much, S. Eko, dan A. Fajar Whedi, "Penentuan Jumlah Produksi dengan Aplikasi Metode Fuzzy – Mamdani," *Jurnal Research Informatika*, vol. 3, hal. 60-71, 2018.
- [3] Batubara, Supina, "Analisis Perbandingan Metode Fuzzy Mamdani Dan Fuzzy Sugeno Untuk Penentuan Kualitas Cor Beton Instan," *IT Journal Research and Development*, vol. 2, hal. 1-11, 2017.
- [4] K. Dede, N. Fitri, dan J. Diki, "Implementasi Logika Fuzzy Mamdani Pada Sistem Prediksi Calon Penerima Program Keluarga Harapan," *Jurnal Algoritma*, vol. 19, hal. 160-171, 2022.
- [5] N. Siti, I. Iman, "Penerapan Logika Fuzzy Mamdani Untuk Prediksi Pengadaan Peralatan Rumah Tangga Rumah Sakit," *Komputika*, vol. 8, no. 2, hal. 81-87, 2019.
- [6] Ikhwan, Ali. "Penerapan Fuzzy Mamdani Untuk Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Laptop" *Jurnal Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 2, 2019.
- [7] A. P. Sari, H. Suzuki, T. Kitajima, T. Yasuno, D. A. Prasetya and N. Nachrowie, "Prediction Model of Wind Speed and Direction using Convolutional Neural Network - Long Short Term Memory," 2020 IEEE International Conference on Power and Energy (PECon), Penang, Malaysia, 2020, pp. 356-361, doi: 10.1109/PECon48942.2020.9314474.
- [8] Kurniadi, D., Nuraeni, F., & Jaelani, D., "Implementasi Logika Fuzzy Mamdani Pada Sistem Prediksi Calon Penerima Program Keluarga Harapan" *Jurnal Algoritma*, vol. 19, no. 1, 2022
- [9] P. Rismadina, Nurahman, "Pembaruan Teknologi Informasi Untuk Sistem Pendukung Keputusan Pemberian Kelayakan Kredit Menerapkan Metode Profile Matching dan Metode Fuzzy Mamdani," *Journal of Computer System and Informatics*, vol. 2, hal. 77-83, Nov 2020.
- [10] Saputra, I., Alkandi, S.P.A., & Insani, R.W.S., "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Penerima Beasiswa Universitas Muhammadiyah Pontianak Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani" *Digital Intelligence*, Vol. 2, No. 1 2021.
- [11] M. Daniel Andre, M. Murni, "Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Tingkat Kecanduan Masyarakat Terhadap Rokok dengan Metode Fuzzy Mamdani," *Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi*, vol. 4, hal. 102-107, Februari 2021.
- [12] Y. Kukuh, P. Heris, "Sistem Inferensi Fuzzy Mamdani Untuk Penunjang Keputusan Penentuan Potensi Desa Di Kabupaten Malang," *STIKI Informatika Jurnal*, vol. 9, no. 1, 2019.
- [13] S. N. Endah, P. S. Sasongko, H. A. Wibawa, dan Frediansah, "Sistem Inferensi Fuzzy Untuk Menentukan Sensasi Citra Warna," *Jurnal Masyarakat Informatika*, vol. 1, no. 2, 2018.
- [14] Mumtahanah, M., Handayani, S., & Linda, L., "Penerapan Metode Fuzzy Mamdani Penentuan Strategi Belajar Siswa Pada Persiapan Ujian Nasional Berbasis Komputer (UNBK)," *Pseudocode* vol. 8, no. 2, 2021.
- [15] Hardianto, Nurhasanah, "Identifikasi Penyakit pada Sel Darah Menggunakan Logika Fuzzy Mamdani," *Prisma Fisika*, vol. 7, hal. 269-274, 2019.
- [16] Parjono, P., "Sistem Pendukung Keputusan Penerimaan Karyawan Dengan Metode Fuzzy Mamdani Berbasis WEB (Studi Kasus Pada PT. Time Excelindo Yogyakarta)." *Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, vol. 5, no. 2, 2021.
- [17] S. Hotmaria, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pyelonephritis Pada Manusia Dengan Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani," *Bulletin of Information Technology*, vol. 1, hal. 9-15, 2020.