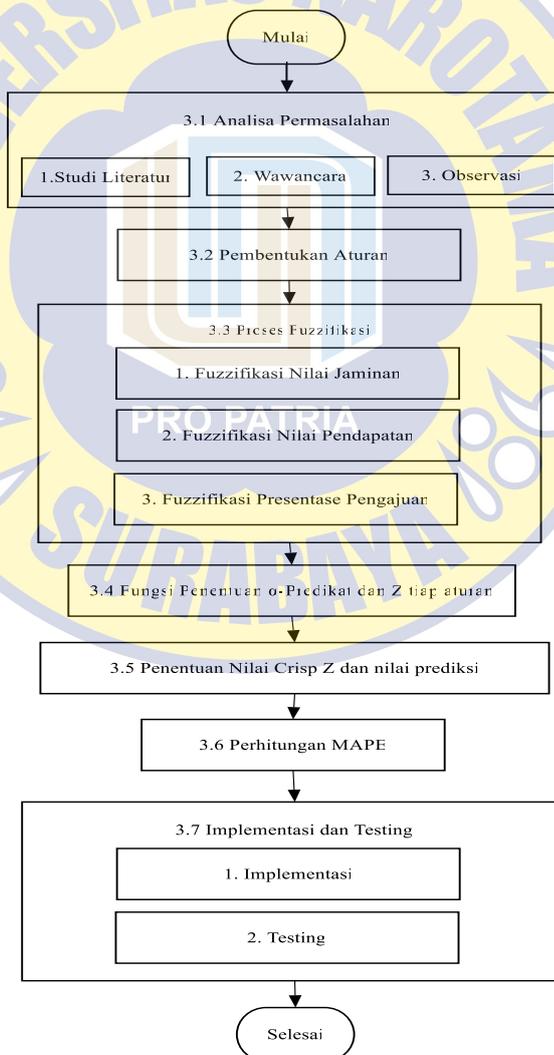


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini terdapat suatu konsep serta kerangka penelitian yang didalamnya berisi langkah-langkah serta penjelasannya agar penelitian ini berjalan dengan baik dan terarah, dimana kerangka tersebut berbentuk flowchart seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 3.1 Flowchart Metodologi Penelitian

3.1 Analisa Permasalahan

Untuk dapat memahami permasalahan pelaporan yang dilakukan dalam pembuatan sistem pendukung keputusan ini, langkah awal yang kami lakukan adalah melakukan studi literatur, obeservasi, dan wawancara.

3.1.1 Studi Literatur

Dalam studi literatur terdapat dua tahap, tahap yang pertama adalah membandingkan beberapa jurnal penelitian terdahulu dan tahap selanjutnya yaitu pengumpulan data serta informasi mengenai prosedur bagaimana untuk pembuatan sistem. Pengumpulan data dilakukan dengan cara mempelajari buku-buku acuan serta literatur yang mendukung untuk pembuatan sistem. Terdapat tiga jurnal penelitian terdahulu yang digunakan untuk penelitian ini yang tertera pada Bab II.

3.1.2 Wawancara

Tahapan wawancara dilakukan dengan pihak KSU ARTHA MANDIRI guna pencarian data yang diperlukan sebagai penunjang pada kebutuhan sistem. Adapun tahap-tahap dalam dilakukannya proses wawancara diantaranya adalah pemahaman prosedur dari proses bisnis pada koperasi, menentukan informasi data yang dibutuhkan atau yang dipakai oleh sistem, serta aturan apa saja yang ada pada koperasi

3.1.3 Observasi

Observasi dilakukan dengan cara melakukan pengamatan secara langsung pada KSU ARTHA MANDIRI yang bertempat di ruko palem square blok TE-51, Waru, Sidoarjo. Observasi dilakukan guna mengetahui secara langsung alur mulai dari awal sampai akhir seorang debitur yang hendak mau pinjam uang terhadap pihak koperasi. Pertama dari alur yaitu debitur harus melengkapi syarat yang harus dilengkapi untuk kredit terlebih dahulu, setelah lengkap debitur harus mengisi form nasabah yang telah disediakan, kemudian pihak melakukan pengecekan persyaratan lalu melakukan survey pada debitur. Setelah survey dilakukan kemudian pihak pengecekan dari hasil survey dengan data debitur, dari hasil pencocokan data kemudian pihak koperasi langsung menentukan berapa nominal yang akan dipinjamkan kepada debitur.

3.2 Pembentukan Aturan

Kumpulan aturan merupakan salah satu ciri dan syarat yang harus ada pada *Fuzzy Inference System* (FIS) model Tsukamoto. Setelah dilakukannya wawancara dan observasi adapun aturan yang dibuat pada penelitian ini menggunakan variabel input berupa nilai jaminan, penghasilan tiap bulan setiap nasabah, dan prosentase pengajuan pinjaman. Sedangkan variabel output berupa nilai nominal pinjaman yang akan diberikan kepada debitur yang telah diproses menggunakan fuzzy logic model Tsukamoto. Untuk format aturan telah ditetapkan sebagai berikut:

$$[R_i] \text{ IF } X_{ij} \text{ is } A_{ij} \text{ }^0 \text{ } Y_{ij} \text{ is } A_{ij} \text{ }^0 \text{ } Z_{ij} \text{ is } A_{ij} \text{ THEN Pinjaman is } B_i$$

Dengan keterangan :

- R_i : aturan fuzzy ke-i ($i=1 \dots m$)
- X_{ij} : bobot variabel nilai jaminan ke-j yang relevan dengan aturan yang ke-i
- A_{ij} : himpunan fuzzy untuk setiap variabel yang relevan dengan aturan fuzzy
- \circ : operator yang dapat digunakan
- Y_{ij} : bobot variabel pendapatan ke-j yang relevan dengan aturan yang ke-i
- Z_{ij} : bobot variabel prosentase nilai presentase pengajuan ke-j yang relevan dengan aturan yang ke-i
- B_i : himpunan fuzzy untuk variabel pinjaman pada aturan ke-i

Untuk menentukan nilai nominal pinjaman kepada debitur yaitu ada 18 aturan yang sesuai dengan variabel yang digunakan serta format aturan yang telah ditentukan, diantaranya yaitu :

1. [R1] if nilai jaminan tinggi dan pendapatan tinggi dan presentase pengajuan tinggi maka nilai pinjaman tinggi
2. [R2] If nilai jaminan tinggi dan pendapatan tinggi dan presentase pengajuan rendah maka nilai pinjaman sedang
3. [R3] If nilai jaminan tinggi dan pendapatan sedang dan presentase pengajuan tinggi maka nilai pinjaman tinggi

4. [R4] If nilai jaminan tinggi dan pendapatan sedang dan presentase pengajuan rendah maka nilai pinjaman sedang
5. [R5] If nilai jaminan tinggi dan pendapatan rendah dan presentase pengajuan tinggi maka nilai pinjaman sedang
6. [R6] If nilai jaminan tinggi dan pendapatan rendah dan presentase pengajuan rendah maka nilai pinjaman rendah
7. [R7] If nilai jaminan sedang dan pendapatan tinggi dan presentase pengajuan tinggi maka nilai pinjaman tinggi
8. [R8] If nilai jaminan sedang dan pendapatan tinggi dan presentase pengajuan rendah maka nilai pinjaman sedang
9. [R9] If nilai jaminan sedang dan pendapatan sedang dan presentase pengajuan tinggi maka nilai pinjaman sedang
10. [R10] If nilai jaminan sedang dan pendapatan sedang dan presentase pengajuan rendah maka nilai pinjaman rendah
11. [R11] If nilai jaminan sedang dan pendapatan rendah dan presentase pengajuan tinggi maka nilai pinjaman sedang
12. [R12] If nilai jaminan sedang dan pendapatan rendah dan presentase pengajuan rendah maka nilai pinjaman rendah
13. [R13] If nilai jaminan rendah dan pendapatan tinggi dan presentase pengajuan tinggi maka nilai pinjaman sedang
14. [R14] If nilai jaminan rendah dan pendapatan tinggi dan presentase pengajuan rendah maka nilai pinjaman rendah

15. [R15] If nilai jaminan rendah dan pendapatan sedang dan presentase pengajuan tinggi maka nilai pinjaman sedang
16. [R16] If nilai jaminan rendah dan pendapatan sedang dan presentase pengajuan rendah maka nilai pinjaman rendah
17. [R17] If nilai jaminan rendah dan pendapatan rendah dan presentase pengajuan tinggi maka nilai pinjaman rendah
18. [R18] If nilai jaminan rendah dan pendapatan rendah dan presentase pengajuan rendah maka nilai pinjaman rendah

3.3 Proses Fuzzifikasi

Pada FIS model tsukamoto tahap yang dilakukan pertama kali yaitu pembuatan himpunan fuzzy, setelah diketahui data apa saja yang dibuat variabel dan dibentuknya aturan. Tahap fuzzifikasi ini mencoba melakukan perhitungan secara manual pada variabel input fuzzy dengan 10 sampel data kreditur, sesuai dengan tabel dibawah ini.

Tabel 3.1 Sampel data kreditur.

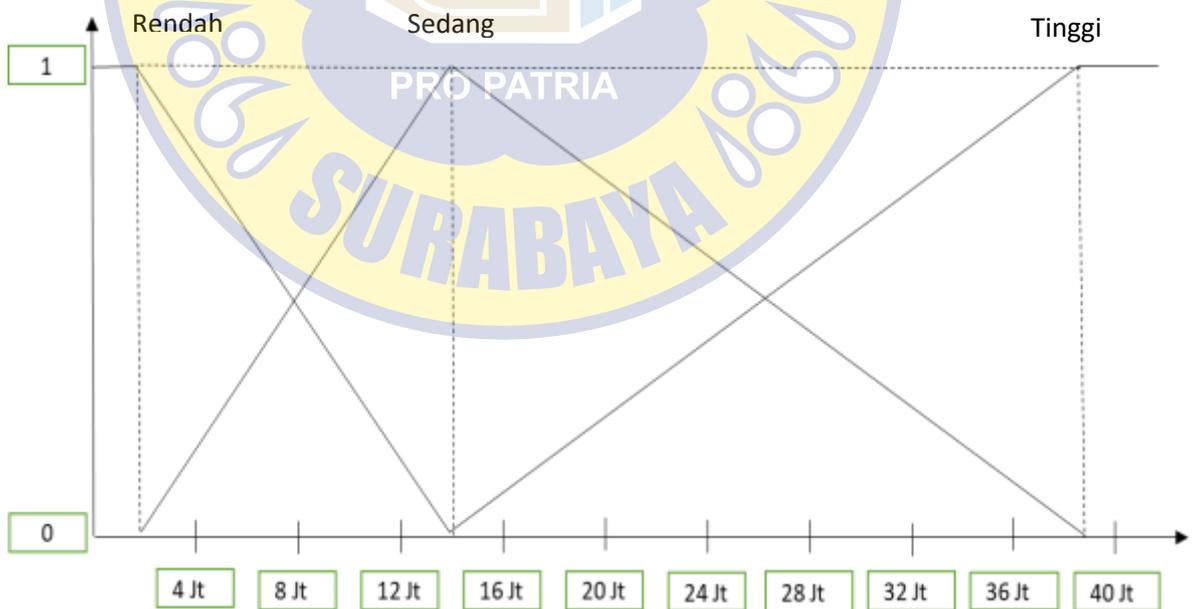
No	No Kredit	Nama Nasabah	Rumah Sendiri	Nilai jaminan	Nilai Pengajuan	Pendapatan Tiap Bulan
1	15/ksp/III/0001	Hendra Triono	iya	IDR 4,000,000	IDR 3,000,000	IDR 1,550,000
2	15/ksp/III/0002	Sri Hari Yono	iya	IDR 4,000,000	IDR 3,000,000	IDR 2,400,000
3	15/ksp/III/0003	Yusni Rachmawati	iya	IDR 5,000,000	IDR 4,000,000	IDR 2,200,000
4	15/ksp/III/0004	Wijianto	iya	IDR 3,000,000	IDR 2,500,000	IDR 2,700,000
5	15/ksp/IV/0005	Wiantoro	iya	IDR 6,500,000	IDR 5,000,000	IDR 3,450,000

Tabel 3.1 Sampel data kreditur. (lanjutan)

6	15/ksp/IV/0006	Imbar Hadi Purwito	iya	IDR 4,000,000	IDR 3,000,000	IDR 3,700,000
7	15/ksp/IV/0007	Moch Thohiri	iya	IDR 2,500,000	IDR 1,500,000	IDR 1,850,000
8	15/ksp/IV/0008	Yudi Iswanto	iya	IDR 8,000,000	IDR 1,500,000	IDR 1,450,000
9	15/ksp/IV/0009	Sevi Anggita MS	tidak	IDR 2,500,000	IDR 2,000,000	IDR 2,700,000
10	15/ksp/V/0010	Dekie Yudiarto	iya	IDR 3,500,000	IDR 3,000,000	IDR 2,700,000

3.3.1 Fuzzifikasi Variabel Nilai Jaminan

Pada tahap ini akan memiliki 3 himpunan fuzzy yaitu Rendah, Sedang, dan Tinggi dimana variabel nilai jaminan pada sampel data kreditur KSU ARTHA MANDIRI akan dikategorikan ke 3 himpunan fuzzy tersebut.



Gambar 3.2 Fuzzifikasi Nilai Jaminan

Pengelompokan Fungsi keanggotaan variabel nilai jaminan :

Rendah : Bernilai 1 jika Jaminan ≤ 2.5 Jt

Sedang : Bernilai 1 jika Jaminan = 15 Jt

Tinggi : Bernilai 1 jika Jaminan ≥ 38 Jt

Fungsi keanggotaan pada setiap himpunan diberikan sebagai berikut :

$$\mu \text{ Jaminan Rendah } |x| = \begin{cases} 1, & \text{jika } x \leq 2.5 \text{ jt} \\ \frac{15jt-x}{12.5jt}, & \text{jika } 2.5 \text{ jt} < x < 15jt \\ 0, & \text{jika } x \geq 15jt \end{cases}$$

$$\mu \text{ Jaminan Sedang } |x| = \begin{cases} 0, & \text{jika } x \leq 2jt \text{ atau } x \geq 38jt \\ \frac{x-2.5jt}{12.5jt}, & \text{jika } 2.5jt < x < 15jt \\ \frac{38jt-x}{13jt}, & \text{jika } 15jt < x < 38jt \end{cases}$$

$$\mu \text{ Jaminan Tinggi } |x| = \begin{cases} 0, & \text{jika } x \leq 15jt \\ \frac{x-15jt}{13jt}, & \text{jika } 15jt < x < 38jt \\ 1, & \text{jika } x \geq 38jt \end{cases}$$

Jika dari sampel data dihitung sesuai dengan ketentuan di atas maka hasil fuzzifikasi dari nilai jaminan seperti table dibawah ini :

Tabel 3.2 Hasil Fuzzifikasi Kreditur berdasarkan Nilai Jaminan

No	No Kredit	Nama Nasabah	Nilai jaminan	Fuzzifikasi		
				R	S	T
1	15/ksp/III/0001	Hendra Triono	IDR 4,000,000	0.60	0.40	0.00
2	15/ksp/III/0002	Sri Hari Yono	IDR 4,000,000	0.60	0.40	0.00
3	15/ksp/III/0003	Yusni Rachmawati	IDR 5,000,000	0.33	0.67	0.00

Tabel 3.2 Hasil Fuzzifikasi Kreditur berdasarkan Nilai Jaminan (lanjutan)

4	15/ksp/III/0004	Wijianto	IDR 3,000,000	0.87	0.13	0.00
5	15/ksp/IV/0005	Wiantoro	IDR 6,500,000	0.00	0.93	0.07
6	15/ksp/IV/0006	Imbar Hadi Purwito	IDR 4,000,000	0.60	0.40	0.00
7	15/ksp/IV/0007	Moch Thohiri	IDR 2,500,000	1.00	0.00	0.00
8	15/ksp/IV/0008	Yudi Iswanto	IDR 8,000,000	0.00	0.53	0.47
9	15/ksp/IV/0009	Sevi Anggita MS	IDR 2,500,000	1.00	0.00	0.00
10	15/ksp/V/0010	Dekie Yudiarto	IDR 3,500,000	0.73	0.27	0.00

3.3.2 Fuzzifikasi Variabel Nilai Pendapatan Tiap Bulan

Pada tahap ini akan memiliki 3 himpunan fuzzy yaitu Rendah, Sedang, dan Tinggi dimana variabel nilai nilai pendapatan tiap bulan pada sampel data kreditur KSU ARTHA MANDIRI akan dikategorikan ke 3 himpunan fuzzy tersebut.



Gambar 3.3 Fuzzifikasi Nilai Pendapatan

Pengelompokan Fungsi keanggotaan variabel nilai pendapatan :

Rendah : Bernilai 1 jika Pendapatan ≤ 1 Jt

Sedang : Bernilai 1 jika Pendapatan = 7,5 Jt

Tinggi : Bernilai 1 jika Pendapatan ≥ 1 Jt

Fungsi keanggotaan pada setiap himpunan diberikan sebagai berikut :

$$\mu \text{ pendapatan Rendah } |x| = \begin{cases} 1, & \text{jika } x \leq 1 \text{ jt} \\ \frac{7.5 \text{ jt} - x}{6.5 \text{ jt}}, & \text{jika } 1 \text{ jt} < x < 7.5 \text{ jt} \\ 0, & \text{jika } x \geq 7.5 \text{ jt} \end{cases}$$

$$\mu \text{ pendapatan Sedang } |x| = \begin{cases} 0, & \text{jika } x \leq 1 \text{ jt atau } x \geq 15 \text{ jt} \\ \frac{x - 1 \text{ jt}}{6.5 \text{ jt}}, & \text{jika } 1 \text{ jt} < x < 7.5 \text{ jt} \\ \frac{15 \text{ jt} - x}{7.5 \text{ jt}}, & \text{jika } 7.5 \text{ jt} < x < 15 \text{ jt} \end{cases}$$

$$\mu \text{ pendapatan Tinggi } |x| = \begin{cases} 0, & \text{jika } x \leq 7.5 \text{ jt} \\ \frac{x - 7.5 \text{ jt}}{7.5 \text{ jt}}, & \text{jika } 7.5 \text{ jt} < x < 15 \text{ jt} \\ 1, & \text{jika } x \geq 15 \text{ jt} \end{cases}$$

Jika dari sampel data dihitung sesuai dengan ketentuan di atas maka hasil

fuzzifikasi dari nilai pendapatan seperti tabel dibawah ini :

Tabel 3.3 Hasil Fuzzifikasi Kreditur berdasarkan Nilai pendapatan

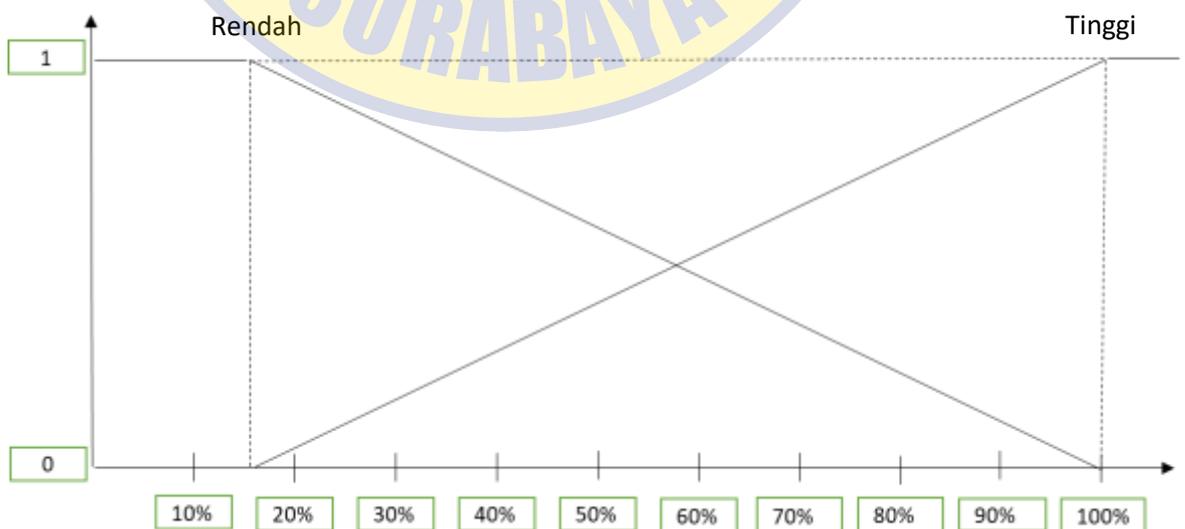
No	No Kredit	Nama Nasabah	Pendapatan Tiap Bulan	Fuzzifikasi		
				R	S	T
1	15/ksp/III/0001	Hendra Triono	IDR 1,550,000	0.88	0.12	0.00
2	15/ksp/III/0002	Sri Hari Yono	IDR 2,400,000	0.69	0.31	0.00

Tabel 3.3 Hasil Fuzzifikasi Kreditur berdasarkan Nilai pendapatan (lanjutan)

3	15/ksp/III/0003	Yusni Rachmawati	IDR 2,200,000	0.73	0.27	0.00
4	15/ksp/III/0004	Wijianto	IDR 2,700,000	0.62	0.38	0.00
5	15/ksp/IV/0005	Wiantoro	IDR 3,450,000	0.46	0.54	0.00
6	15/ksp/IV/0006	Imbar Hadi Purwito	IDR 3,700,000	0.40	0.60	0.00
7	15/ksp/IV/0007	Moch Thohiri	IDR 1,850,000	0.81	0.19	0.00
8	15/ksp/IV/0008	Yudi Iswanto	IDR 1,450,000	0.90	0.10	0.00
9	15/ksp/IV/0009	Sevi Anggita MS	IDR 2,700,000	0.62	0.38	0.00
10	15/ksp/V/0010	Dekie Yudiarto	IDR 2,700,000	0.62	0.38	0.00

3.3.3 Fuzzifikasi Variabel Presentase Pengajuan

Pada tahap ini akan memiliki 2 himpunan fuzzy yaitu Rendah, Sedang, dan Tinggi dimana variabel nilai presentase pengajuan pada sampel data kreditur KSU ARTHA MANDIRI akan dikategorikan ke 2 himpunan fuzzy tersebut.



Gambar 3.4 Fuzzifikasi Nilai Presentase Pengajuan

Pengelompokan Fungsi keanggotaan variabel nilai pengajuan :

Rendah : Bernilai 1 jika pengajuan $\leq 15\%$

Tinggi : Bernilai 1 jika pengajuan = 100 %

Fungsi keanggotaan pada setiap himpunan diberikan sebagai berikut :

μ prosentase pengajuan kecil

$$|x| = \begin{cases} 1, & \text{jika } x \leq 15\% \\ \frac{100\% - x}{85\%}, & \text{jika } 15\% < x < 100\% \\ 0, & \text{jika } x \geq 100\% \end{cases}$$

μ prosentase pengajuan besar

$$|x| = \begin{cases} 0, & \text{jika } x \leq 15\% \\ \frac{x - 100\%}{85\%}, & \text{jika } 15\% < x < 100\% \\ 1, & \text{jika } x \geq 100\% \end{cases}$$

Jika dari sampel data dihitung sesuai dengan ketentuan di atas maka hasil fuzzifikasi dari nilai presentase pengajuan seperti tabel dibawah ini :

Tabel 3.4 Hasil Fuzzifikasi Kreditur berdasarkan Nilai Presentase Pengajuan

No	No Kredit	Nama Nasabah	Nilai jaminan	Nilai Pengajuan	% Pengajuan	Fuzzifikasi	
						R	T
1	15/ksp/III/0001	Hendra Triono	4,000,000	3,000,000	75.00	0.29	0.71
2	15/ksp/III/0002	Sri Hari Yono	4,000,000	3,000,000	75.00	0.29	0.71
3	15/ksp/III/0003	Yusni R	5,000,000	4,000,000	80.00	0.24	0.76
4	15/ksp/III/0004	Wijianto	3,000,000	2,500,000	83.33	0.20	0.80
5	15/ksp/IV/0005	Wiantoro	6,500,000	5,000,000	76.92	0.27	0.73
6	15/ksp/IV/0006	Imbar Hadi P	4,000,000	3,000,000	75.00	0.29	0.71
7	15/ksp/IV/0007	Moch Thohiri	2,500,000	1,500,000	60.00	0.47	0.53

Tabel 3.4 Hasil Fuzzifikasi Kreditur dari Nilai Presentase Pengajuan (lanjutan)

8	15/ksp/IV/0008	Yudi Iswanto	8,000,000	1,500,000	18.75	0.96	0.04
9	15/ksp/IV/0009	Sevi Anggita MS	2,500,000	2,000,000	80.00	0.24	0.76
10	15/ksp/V/0010	Dekie Yudiarto	3,500,000	3,000,000	85.71	0.17	0.83

3.4 Fungsi Penentuan α -Predikat dan Z tiap aturan

Pada tahap ini akan mencari nilai α -Predikat kemudian mencari nilai Z dari tiap-tiap pembentukan aturan yang telah disusun sebelumnya serta hasil fuzzifikasi dari tiap-tiap variabel input fuzzy, dari hasil pencarian nilai α -predikat dan Z dari tiap-tiap aturan kemudian akan kami gunakan sebagai acuan untuk menentukan nilai Crisp Z atau nominal pinjaman untuk debitur.

Berikut adalah tabel dari hasil fuzzyfikasi data sampel ke-1 dari tiap-tiap variabel yang digunakan untuk mencari nilai α -Predikat dan Z tiap aturan :

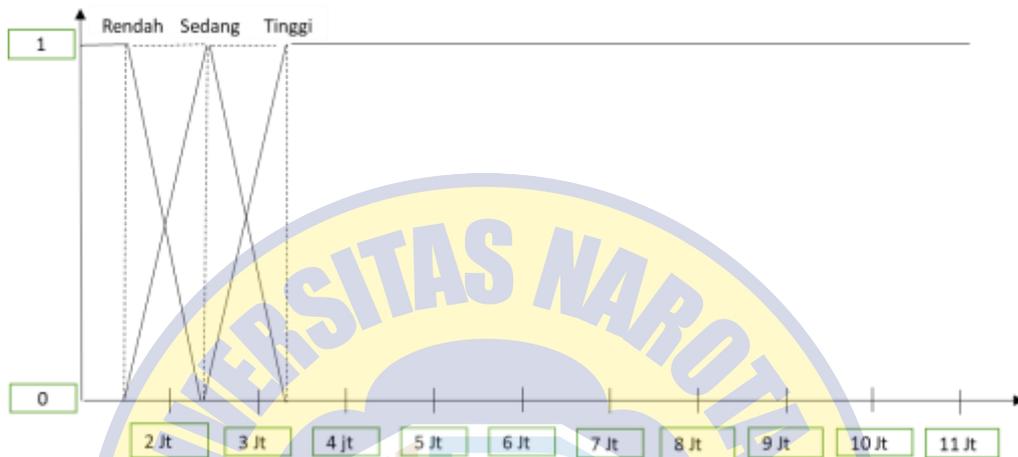
Tabel 3.5 Hasil Fuzzifikasi sampel data ke-1 dari tiap-tiap variabel fuzzy

No	Nama Nasabah	Fuzzifikasi Nilai Jaminan			Fuzzifikasi Nilai Pendapatan			Fuzzifikasi Pengajuan	
		R	S	T	R	S	T	R	T
1	Hendra Triono	0.60	0.40	0.00	0.88	0.12	0.00	0.29	0.71

Untuk mencari Nilai α predikat sangat tergantung pada operator yang digunakan. Dengan operator AND yang kami gunakan untuk pembentukan aturan, nilai α predikat diberikan “ x_1 is A_1 , x_2 is A_2 dan x_3 is A_3 ” diberikan sebagai berikut (Cox, 1995)

$$\alpha_i = \mu_{A_1 \cap A_2 \cap A_3} = \min (\mu_{A_1} (x_1), \mu_{A_2} (x_2), \mu_{A_3} (x_3))$$

Sedangkan untuk mencari nilai Z tiap aturan kami menggunakan fungsi keanggotaan dari variabel nilai pinjaman, dimana 1.500.000 untuk nilai minimal pinjaman dan 80% dari nilai jaminan untuk nilai maksimal pinjaman.



Gambar 3.5 Fuzzifikasi Nilai Pinjaman dari data sampel ke-1

Pada **gambar 3.5** menunjukkan fuzzifikasi nilai pinjaman dari data sampel ke-1 dengan diketahui nilai minimal pinjaman 1,5 juta, nilai maksimal pinjaman yaitu sebesar 3,2 juta atau 80 persen dari nilai jaminan yaitu senilai 4 juta dan nilai sedangnya yaitu nilai rata-rata dari nilai minimal dan nilai maksimal yaitu sebesar 2,35 juta atau 5 juta jika nilai rata-rata tersebut lebih dari 5 juta.

Maka rumus yang digunakan untuk mencari nilai Z sesuai dengan tiap aturan untuk data sampel ke-1 sebagai berikut :

Jika pada pembentukan aturan nilai pinjaman dengan keterangan rendah

$$|\alpha \text{ predikat aturan ke } - i| = \begin{cases} 1, & \text{jika } x \leq 1,5 \text{ jt} \\ \frac{2,35 \text{ jt} - x}{2,35 \text{ jt} - 1,5 \text{ jt}}, & \text{jika } 1,5 \text{ jt} < x < 2,35 \text{ jt} \\ 0, & \text{jika } x \geq 2,35 \text{ jt} \end{cases}$$

Jika pada pembentukan aturan nilai pinjaman dengan keterangan sedang

$$|\alpha \text{ predikat aturan ke } - i| = \begin{cases} 0 & , \text{jika } x \leq 1,5jt / x \geq 3,2jt \\ \frac{z-1,5jt}{2,35-1,5jt} & , \text{jika } 1,5jt < x < 2,35jt \\ \frac{3,2jt-z}{3,2jt-2,35jt} & , \text{jika } 2,35jt < x < 3,2jt \end{cases}$$

Jika pada pembentukan aturan nilai pinjaman dengan keterangan tinggi

$$|\alpha \text{ predikat aturan ke } - i| = \begin{cases} 0 & , \text{jika } x \leq 2,35jt \\ \frac{z - 2,35jt}{3,2jt - 2,35jt} & , \text{jika } 2,35jt < x < 3,2jt \\ 1 & , \text{jika } x \geq 3,2jt \end{cases}$$

berikut adalah contoh perhitungan mencari nilai α predikat dan Z untuk tiap-tiap aturan pada data sampel ke-1 :

1. R1] If Nilai Jaminan Tinggi dan Pendapatan Tinggi dan Presentase Pengajuan Tinggi maka Nilai Pinjaman Tinggi

$$\alpha \text{ predikat } 1 = \mu_{\text{Nilai Jaminan Tinggi}} [a] \wedge \mu_{\text{Pendapatan Tinggi}} [b] \wedge \mu_{\text{Presentase Pengajuan Tinggi}} [c]$$

$$\alpha \text{ predikat } 1 = \min \{ 0; 0; 0,71 \} = 0$$

setelah α predikat 1 diketahui maka kita cari nilai Z1, dikarenakan pada aturan ke-1/R1 diketahui nilai pinjaman tinggi maka untuk mencari Z1 kami menggunakan rumus :

$$\alpha \text{ predikat } 1 = \frac{z-2,35jt}{3,2jt-2,35jt} \text{ atau } Z1 = (\alpha \text{ predikat } 1 \times (3,2jt - 2,35jt) + 2,35jt$$

Jika nilai α predikat 1 dimasukkan kedalam rumus, maka nilai Z1 bernilai :

$$Z1 = (0 \times (3,2jt - 2,35jt) + 2,35jt = 2,35jt$$

2. [R2] If Nilai Jaminan Tinggi dan Pendapatan Tinggi dan Presentase Pengajuan Rendah maka Nilai Pinjaman Sedang

$$\alpha \text{ predikat 2} = \mu_{\text{Nilai Jaminan Tinggi [a]}} \wedge \mu_{\text{Pendapatan Tinggi [b]}} \wedge \mu_{\text{Presentase Pengajuan Rendah [c]}}$$

$$\alpha \text{ predikat 2} = \min \{ 0; 0; 0,29 \} = 0$$

setelah α predikat 2 diketahui maka kita cari nilai Z2, dikarenakan pada aturan ke-2/R2 diketahui nilai pinjaman sedang maka untuk mencari Z2 kami menggunakan rumus :

$$\alpha \text{ predikat 2} = \frac{3,2jt - z}{3,2jt - 2,35jt} \text{ atau } Z2 = 3,2jt + (\alpha \text{ predikat 2} \times (3,2jt - 2,35jt))$$

Jika nilai α predikat 2 dimasukkan kedalam rumus, maka nilai Z2 bernilai :

$$Z2 = 3,2jt + (0 \times (3,2jt - 2,35jt)) = 3,2jt$$

Untuk mencari α predikat 3 dan nilai Z3 sampai α predikat 18 dan nilai Z18 sama dengan cara seperti di atas, sehingga untuk hasil sesuai dengan tabel dibawah ini :

Tabel 3.6 α predikat dan nilai Z untuk data sampel ke-1 dari setiap aturan.

Nama Nasabah	Hendra Triono	
Aturan	α Predikat	Z1
R1	0	IDR 2,350,000.00
R2	0	IDR 3,200,000.00
R3	0	IDR 2,350,000.00
R4	0	IDR 3,200,000.00
R5	0	IDR 3,200,000.00
R6	0	IDR 2,350,000.00
R7	0	IDR 2,350,000.00
R8	0	IDR 1,500,000.00
R9	0.12	IDR 2,454,000.00
R10	0.12	IDR 2,246,000.00
R11	0.4	IDR 1,840,000.00
R12	0.29	IDR 2,100,000.00

Tabel 3.6 α predikat dan nilai Z untuk data sampel ke-1 dari setiap aturan (lanjutan)

R13	0	IDR 1,500,000.00
R14	0	IDR 2,350,000.00
R15	0.12	IDR 1,604,000.00
R16	0.12	IDR 2,246,000.00
R17	0.6	IDR 1,840,000.00
R18	0.29	IDR 2,100,000.00

3.5 Penentuan Nilai Crisp Z atau Nilai Prediksi

Setelah semua nilai konsekuen atau nilai α predikat dan nilai Z diperoleh, maka nilai Crisp Z sebagai nilai nominal pinjaman dapat di hitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Crisp Z} = \frac{(\alpha \text{ pred}[R1] \times Z[R1]) + (\alpha \text{ pred}[R2] \times Z[R2]) + \dots + (\alpha \text{ pred}[R18] \times Z[R18])}{\alpha \text{ pred}[R1] + \alpha \text{ pred}[R2] + \dots + \alpha \text{ pred}[R18]}$$

Jika dari sampel data ke-1 dihitung sesuai dengan rumus di atas maka hasil Crisp Z seperti tabel dibawah ini :

Tabel 3.7 Nilai Crisp Z untuk data sampel ke-1.

Nama Nasabah	Hendra Triono		(α Predikat * Z)
	α Predikat	Z1	
R1	0	IDR 2,350,000.00	IDR -
R2	0	IDR 3,200,000.00	IDR -
R3	0	IDR 2,350,000.00	IDR -
R4	0	IDR 3,200,000.00	IDR -
R5	0	IDR 3,200,000.00	IDR -
R6	0	IDR 2,350,000.00	IDR -
R7	0	IDR 2,350,000.00	IDR -
R8	0	IDR 1,500,000.00	IDR -
R9	0.12	IDR 2,454,000.00	IDR 294,480.00
R10	0.12	IDR 2,246,000.00	IDR 269,520.00
R11	0.4	IDR 1,840,000.00	IDR 736,000.00

Tabel 3.7 Nilai Crisp Z untuk data sampel ke-1 (lanjutan).

R12	0.29	IDR 2,100,000.00	IDR 609,000.00
R13	0	IDR 1,500,000.00	IDR -
R14	0	IDR 2,350,000.00	IDR -
R15	0.12	IDR 1,604,000.00	IDR 192,480.00
R16	0.12	IDR 2,246,000.00	IDR 269,520.00
R17	0.6	IDR 1,840,000.00	IDR 1,104,000.00
R18	0.29	IDR 2,100,000.00	IDR 609,000.00
Total	2.06	IDR 40,780,000.00	IDR 4,084,000.00
Nilai Crisp Z (total (α Predikat * Z) / total α Predikat)			IDR 1,982,524.27

Dari hasil perhitungan nilai crisp Z maka nilai pinjaman yang akan diberikan kepada kreditur yaitu nilai crisp Z dikalikan dengan input non fuzzy, dimana input non fuzzy tersebut yaitu status tempat tinggal. Jadi jika status tempat tinggal “ Iya / Rumah Sendiri “ maka nilai crisp Z dikalikan dengan 100%, sedangkan jika status tempat tinggal “ Tidak / Bukan Rumah Sendiri “ maka nilai crisp Z dikalikan dengan 90%.

Dikarenakan status tempat tinggal pada data sampel ke-1 “ iya” Jadi untuk nilai crisp Z untuk kreditur data sampel ke-1 yaitu :

$$\text{Nilai Pinjaman} = \text{nilai crisp Z} \times 100\% = 1,982,524.27 \times 100\% = 1,982,524.27$$

3.7 Perhitungan MAPE

Tujuan dari penelitian ini yaitu memberikan nilai pinjaman ke pihak kreditur sesuai dengan data kreditur tersebut. Dimana hasil dari perhitungan menggunakan metode *Fuzzy Logic* bertujuan untuk menghasilkan perkiraan nilai pinjaman yang akan diberikan ke pihak kreditur secara optimum dan tidak memiliki

tingkat kesalahan besar (Brata, 2016). Jadi jika tingkat kesalahan semakin kecil maka tingkat akurasi semakin tinggi dan sesuai dengan nilai aktualnya. Untuk menghitung tingkat akurasi kami menggunakan metode Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Untuk rumus MAPE sendiri yaitu :

$$MAPE = \frac{100\%}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{x_t - \hat{x}_t}{x_t} \right|$$

dengan keterangan,

n = Banyak Data.

x_t = Data Observasi pada waktu t.

\hat{x}_t = Data Hasil Peramalan pada waktu t.

Maka tingkat akurasi perhitungan menggunakan metode MAPE pada data sampel penelitian ini sebagai berikut :

Tabel 3.8 Hasil perhitungan rata-rata MAPE untuk 10 data sampel.

No	No Kredit	Nama Nasabah	Nilai Pinjaman	Nilai Perkiraan Pinjaman	MAPE
1	15/ksp/III/0001	Hendra Triono	IDR 1,500,000	IDR 1,983,000	32%
2	15/ksp/III/0002	Sri Hari Yono	IDR 2,500,000	IDR 2,027,000	19%
3	15/ksp/III/0003	Yusni Rachmawati	IDR 2,500,000	IDR 2,407,000	4%
4	15/ksp/III/0004	Wijianto	IDR 1,500,000	IDR 1,755,000	17%
5	15/ksp/IV/0005	Wiantoro	IDR 3,500,000	IDR 3,376,000	4%
6	15/ksp/IV/0006	Imbar Hadi Purwito	IDR 2,500,000	IDR 2,114,000	15%

Tabel 3.8 Hasil perhitungan rata-rata MAPE untuk 10 data sampel (lanjutan).

7	15/ksp/IV/0007	Moch Thohiri	IDR 1,500,000	IDR 1,625,000	8%
8	15/ksp/IV/0008	Yudi Iswanto	IDR 1,500,000	IDR 3,205,000	114%
9	15/ksp/IV/0009	Sevi Anggita MS	IDR 1,500,000	IDR 1,463,000	2%
10	15/ksp/V/0010	Dekie Yudiarto	IDR 2,000,000	IDR 1,897,000	5%
				Rata-Rata MAPE	22%

Dari **Tabel 3.7** Hasil perhitungan rata-rata MAPE untuk 10 data sampel menerangkan bahwasannya tingkat akurasi untuk hasil nilai pinjaman menggunakan perhitungan fuzzy logic model tsukamoto dengan nilai pinjaman yang telah diberikan oleh pihak koperasi sebesar 78%, sedangkan untuk tingkat akurasi dari 853 nasabah selama tahun 2015 sampai 2019 yaitu mencapai sebesar 98%

3.7 Implementasi dan *Testing*

Setelah melalui tahap perancangan sistem dan analisa data, tahap selanjutnya melakukan implementasi sistem dengan membangun sistem dan tahapan pengujian.

- **Implementasi PHP dan MySQL**

Tahap selanjutnya setelah perancangan serta analisa data adalah mulai membangun sistem sesuai dengan topik penelitian yang dibahas. Untuk membangun sistem ini bahasa pemrograman yang kami gunakan adalah bahasa

pemrograman PHP sedangkan untuk *database* yang digunakan adalah *database* MySQL.

- ***Black-box Testing***

Tahap selanjutnya yaitu pengujian sistem, jika terdapat kesalahan dalam pembuatan sistem akan terlihat. Pengujian dilakukan dengan metode *Black-box* dimana akan diuji dari fungsi sistem yang ada. Pengujian dilakukan hanya dari tampilan luar sistem atau *interface system*.

