

SISTEM PENUNJANG KEPUTUSAN PEMBERIAN KELAYAKAN KREDIT MENGGUNAKAN METODE *FUZZY TSUKAMOTO*

Remang Rachmad Fadli¹, Achmad Zakki Falani²
Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Narotama Surabaya

remang.04318012@fik.narotama.ac.id¹, achmad.zakki@narotama.ac.id²

ABSTRAK

Semakin maju sebuah teknologi, semakin mudah pula manusia dalam melakukan sebuah aktivitas. Aktivitas kerja salah satunya, yaitu dalam pemberian keputusan kelayakan kredit pada nasabah bank. Bank merupakan sebuah lembaga keuangan yang berfungsi mengelola keuangan nasabah. Di dalam pengelolaan tersebut termasuk mengelola kredit dari nasabah. Dalam praktiknya tidak mudah memutuskan pemberian kelayakan kredit pada nasabah. Perlu adanya pencarian informasi lebih lanjut mengenai nasabah seperti penghasilan nasabah, nilai jaminan, dan nilai kredit yang diberikan. Resiko yang diakibatkan jika salah dalam memberikan keputusan dalam pemberian kelayakan kredit yaitu tidak kompetennya nasabah dalam melakukan pembayaran angsuran kreditnya. Jika itu terjadi dalam jumlah yang banyak maka akan mengakibatkan kerugian pada bank. Oleh karena itu perlu adanya suatu sistem yang mampu memberikan keputusan kelayakan pemberian kredit pada nasabah, agar nantinya tidak ada kesalahan dalam memberikan keputusan. Di dalam penelitian ini juga terdapat metode yang akan digunakan serta implementasinya pada sebuah web yang digunakan untuk memberikan keputusan kelayakan pemberian kredit pada nasabah bank.

Kata Kunci: *fuzzy tsukamoto, kecerdasan buatan, sistem pendukung keputusan*

ABSTRACT

The more advanced a technology, the easier it goes for humans to carry out an activity. One of the work activities is in giving credit worthiness decisions to bank customers. Bank is a financial institution that used to manage customer finances. This management includes managing credit for customers. In some conditions, it is not easy to decide on granting creditworthiness to customers. It is necessary to seek further information about customers such as customer income, collateral value, and credit value. The risk that results from making a wrong decision in granting creditworthiness is the customer is incompetence in making credit installment payments. If it occurs in large quantities it will result in losses to the bank. Therefore, it is necessary to have a system that is able to provide creditworthiness decisions to customers, so there will be no mistakes in making decisions. In this study there is also a method that will be used and its implementation on a web that is used to provide decisions on the feasibility of providing credit to bank customers.

Keywords: *artificial intelligence, decision support system, fuzzy tsukamoto*

1. PENDAHULUAN

Secara umum, bank mempunyai makna dan fungsi sebagai lembaga keuangan suatu negara untuk menghimpun, mengelola, dan mengatur seluruh hal yang berkaitan dengan keuangan. Bank juga didirikan untuk memaksimalkan pemanfaatan keuangan dalam menunjang pergerakan ekonomi dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat di dalam suatu negara. Dalam menjalankan

sebuah usaha, pengusaha perlu memperhatikan modal dalam usahanya. Untuk mengantisipasi kerugian dalam menjalankan sebuah bisnis, dimana pengusaha perlu mengelola modal dengan baik. Tidak bisa dipungkiri bahwa salah satu tujuan seorang pengusaha adalah untuk mendapatkan sebuah keuntungan. Oleh sebab itu pengusaha mengajukan kredit di bank untuk melakukan perputaran modal usahanya. Dalam praktiknya, bank

tidak langsung memberikan pinjaman atau kredit kepada pengusaha atau nasabah yang membutuhkan kredit. Perlu adanya perhitungan kelayakan yang matang dengan mempertimbangkan resiko kredit macet. Ketika bank salah memberikan keputusan dalam memberikan kredit kepada nasabah, maka resiko bank menjadi pailit atau bangkrut akan besar.

Berdasarkan permasalahan diatas, maka lembaga perbankan membutuhkan sebuah sistem pendukung keputusan yang baik dalam memberikan kredit kepada nasabah. Dalam dunia digitalisasi, banyak teknologi yang mampu memecahkan sebuah permasalahan tersebut. Sistem Pendukung Keputusan atau yang sering disebut sebagai *Decision Support System* adalah sebuah sistem berbasis komputer yang digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan dalam sebuah permasalahan. Adapun salah satu metode yang sering digunakan didalam Sistem Pendukung Keputusan adalah *fuzzy tsukamoto*. Karena kemampuan metode *fuzzy tsukamoto* mampu menyelesaikan permasalahan *variable system* dengan bias.

Permasalahan dalam implementasi penelitian ini nantinya yaitu bagaimana mengatasi kesulitan dalam pengambilan sebuah keputusan pemberian kelayakan kredit yang dapat membantu pihak bank dalam memutuskan nasabah mana yang layak diberikan kredit, agar mengurangi resiko kemacetan kredit menggunakan metode *fuzzy tsukamoto*.

Tujuan dari kegiatan penelitian ini adalah membantu pihak bank dalam memutuskan kelayakan pemberian kredit pinjaman tetap angsuran terhadap nasabah agar mengurangi resiko kemacetan kredit dengan menggunakan metode *fuzzy tsukamoto*.

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) merupakan sebuah sistem yang menyediakan kemampuan dalam penyelesaian masalah dan komunikasi

untuk permasalahan yang bersifat semi-terstruktur [1].

Sistem Pendukung Keputusan dikategorikan menjadi tujuh model, salah satu model yang populer dalam penyelesaian masalah adalah model heuristic dimana terdapat *Fuzzy Inference System* (FIS) [2].

Menyatakan bahwa SPK memiliki 6 karakteristik antara lain:

1. Mendukung proses pengambilan keputusan yang menitik beratkan pada manajemen dengan persepsi.
2. Adanya interface manusia atau mesin dimana manusia sebagai user tetap memegang kontrol proses pengambilan keputusan.
3. Mendukung pengambilan keputusan untuk membahas masalah terstruktur, semi terstruktur dan tidak terstruktur.
4. Memiliki kapasistas dialog untuk memperoleh informasi sesuai dengan kebutuhan.
5. Memiliki subsistem-subsistem yang terintegrasi sedemikian rupa sehingga berfungsi sebagai kesatuan sistem.
6. Membutuhkan struktur data yang komprehensif sehingga dapat melayani kebutuhan informasi seluruh tahap manajemen [3].

Fuzzy Logic merupakan salah satu komponen pembentuk *soft computing*. Dasar *fuzzy logic* adalah teori himpunan *fuzzy*. Pada teori himpunan *fuzzy* peranan derajat keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangatlah penting. Nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan atau membership function menjadi ciri utama dari penalaran dengan *fuzzy logic* tersebut [4].

Pada himpunan tegas, nilai keanggotaan suatu x dalam suatu himpunan A , sering ditulis dengan $\mu_A(x)$, memiliki dua kemungkinan yaitu:

1. Satu (1), yang berarti suatu item menjadi anggota dalam himpunan.
2. Nol (0), yang berarti suatu item tidak menjadi anggota dalam himpunan.

Himpunan *fuzzy* juga memiliki 2 atribut, yaitu:

1. Linguistik

Penamaan dalam suatu grup yang mewakili suatu keadaan dengan menggunakan bahasa alami, seperti kurang sehat, cukup sehat, sehat.

2. Numeris

Suatu nilai yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel seperti 25, 50, dan 100.

Beberapa hal yang harus diketahui mengenai sistem *fuzzy* adalah:

1. Variabel *Fuzzy*

Variabel *fuzzy* merupakan variabel yang mempunyai nilai yang tidak pasti atau samar seperti umur, suhu, tinggi, dll.

2. Himpunan *Fuzzy*

Merupakan suatu himpunan yang mewakili suatu kondisi dari suatu grup dalam variabel *fuzzy*. Misalkan mengelompokkan kategori umur ke dalam himpunan muda, paruhbaya, dan tua [5].

Dalam logika tegas, fungsi keanggotaan menyatakan keanggotaan pada suatu himpunan. Fungsi keanggotaan $\chi_A(x)$ bernilai 1 jika x anggota himpunan A, dan bernilai 0 jika x bukan anggota himpunan A. Jadi, fungsi keanggotaan ini hanya bisa bernilai 0 atau 1.

$$\chi_A : x \rightarrow \{0,1\} \quad (1)$$

Sedangkan dalam logika *fuzzy*, fungsi keanggotaan menyatakan derajat keanggotaan pada suatu himpunan. Nilai dari fungsi keanggotaan ini berada dalam selang $[0,1]$, dan dinyatakan dengan μ_A .

$$\mu_A : x \rightarrow [0,1] \quad (2)$$

Fungsi keanggotaan $\mu_A(x)$ bernilai 1 jika x anggota penuh himpunan A, dan bernilai 0 jika x bukan anggota himpunan A. Sedangkan jika derajat keanggotaan berada dalam selang $(0,1)$, misalnya $\mu_A(x) = \mu$, menyatakan x sebagian anggota himpunan A dengan derajat keanggotaan sebesar μ [6].

Ada beberapa fungsi keanggotaan dalam himpunan fuzzy, yaitu fungsi linier, fungsi segitiga (*triangle*), dan trapesium (*trapezoidal*).

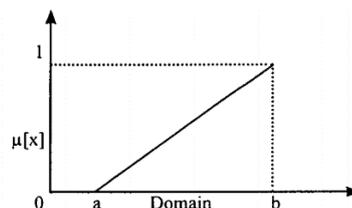
1. Fungsi Keanggotaan Linier

Persamaan fungsi keanggotaan linier adalah:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a < x < b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \quad (3)$$

Dengan keterangan nilai $\mu[x]$ bernilai 0 ketika x kurang dari sama dengan a . Nilai $\mu[x]$ bernilai $\frac{x-a}{b-a}$ ketika x di antara a dan b . Serta nilai $\mu[x]$ bernilai 1 ketika x lebih dari sama dengan b .

Persamaan tersebut direpresentasikan dalam bentuk grafik sebagai berikut:



Gambar 1. Contoh Grafik Kurva Linier

2. Fungsi Keanggotaan Segitiga

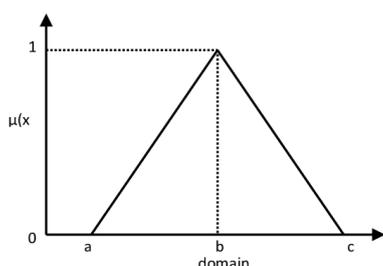
Persamaan fungsi keanggotaan segitiga adalah:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}; & a < x < b \\ \frac{b-x}{c-b}; & b < x < c \end{cases} \quad (4)$$

Dengan keterangan nilai $\mu[x]$ bernilai 0 ketika x kurang dari sama dengan a atau x lebih dari sama dengan c . Nilai $\mu[x]$ bernilai $\frac{x-a}{b-a}$ ketika x di antara a dan b .

Serta nilai $\mu[x]$ bernilai $\frac{b-x}{c-b}$ ketika x di antara b dan c .

Persamaan tersebut direpresentasikan dalam bentuk grafik sebagai berikut:



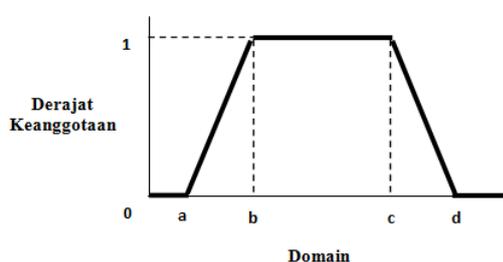
Gambar 2. Contoh Grafik Kurva Segitiga

3. Fungsi Keanggotaan Trapesium
Persamaan fungsi keanggotaan trapesium adalah:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a}; & a < x < b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}; & c < x < d \end{cases} \quad (5)$$

Dengan keterangan nilai $\mu[x]$ bernilai 0 ketika x kurang dari sama dengan a atau x lebih dari sama dengan d . Nilai $\mu[x]$ bernilai $\frac{x-a}{b-a}$ ketika x di antara a dan b . Nilai $\mu[x]$ bernilai 1 ketika x lebih dari sama dengan b dan ketika x lebih kecil sama dengan c . Serta nilai $\mu[x]$ bernilai $\frac{d-x}{d-c}$ ketika x di antara c dan d .

Persamaan tersebut direpresentasikan dalam bentuk grafik sebagai berikut:



Gambar 3. Contoh Grafik Kurva Trapesium

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini mempunyai konsep serta kerangka penelitian yang di dalamnya berisi langkah-langkah serta penjelasan agar penelitian ini berjalan dengan baik dan terarah, di mana kerangka tersebut berbentuk flowchart seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 4. Alur Metode Penelitian

2.1 Analisa Permasalahan

Agar lebih memahami permasalahan pada studi kasus yang kami teliti dalam pembuatan sistem pendukung keputusan ini maka langkah awal yang kami lakukan adalah melakukan studi literatur, observasi, dan wawancara.

2.1.1 Studi Literatur

Di dalam mendukung analisa permasalahan yang akan kami teliti, kami melakukan sebuah studi literatur. Dalam studi literatur terdapat dua tahap yang kami lakukan. Tahap yang pertama yaitu membandingkan jurnal penelitian terdahulu dan tahap selanjutnya yaitu pengumpulan data serta informasi mengenai prosedur pembuatan sistem pendukung keputusan. Pengumpulan data dilakukan dengan cara mempelajari buku-buku acuan serta literatur yang mendukung untuk pembuatan sistem.

2.1.2 Wawancara

Tahapan wawancara dilakukan dengan pihak *marketing* dan *legal* kredit PT. Prima Master Bank KCU guna pencarian data yang diperlukan sebagai penunjang pada kebutuhan penelitian. Adapun tahap-tahap yang dilakukan dalam proses wawancara yaitu pemahaman proses bisnis pada bank, data nasabah yang

dibutuhkan, dan aturan yang ada di dalam proses pencairan kredit.

[R_i] IF X_{ij} is A_{ij}⁰ Y_{ij} is A_{ij}⁰ Z_{ij} is A_{ij}⁰
THEN Keputusan is B_i

2.1.3 Observasi

Observasi dilakukan dengan cara melakukan pengamatan secara langsung pada PT. Prima Master Bank KCU yang bertempat di Jl. Jembatan Merah No. 15-17, Surabaya. Observasi dilakukan guna mengetahui secara langsung alur dari awal sampai akhir seorang debitur yang ingin mengajukan kredit. Tahap pertama yaitu debitur harus mengisi formulir permohonan kredit dahulu. Kemudian pihak *marketing* memberikan form tersebut kepada pihak kredit untuk dilakukan pemeriksaan informasi debitur. Pemeriksaan informasi debitur meliputi apakah debitur masuk ke dalam daftar hitam Bank Indonesia, apakah debitur masuk ke dalam daftar pencarian orang, daftar teroris, dan lain sebagainya. Setelah itu bagian *marketing* melakukan wawancara dan survey terkait data yang ada pada debitur. Data yang dimaksud adalah data diri, data usaha atau data penghasilan, dan data jaminan. Setelah itu data debitur yang ada pada *marketing* diberikan kepada bagian analis kredit untuk dilakukan pemberian keputusan kredit oleh komite kredit.

2.2 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 penghasilan per bulan, variabel nilai jaminan, dan variabel jumlah kredit. Sedangkan variabel *output* nanti berupa nilai keputusan yang akan diberikan kepada debitur yang telah diproses menggunakan *fuzzy logic* model *tsukamoto*. Untuk format aturan telah kami tetapkan yaitu sebagai berikut.

Keterangan:

R_i = Aturan *fuzzy* ke-i

X_{ij} = Bobot variabel nilai penghasilan per bulan ke-j yang relevan dengan aturan yang ke-i

A_{ij} = Himpunan *fuzzy* untuk setiap variabel yang relevan dengan aturan *fuzzy*⁰
⁰ = Operator yang dapat digunakan

Y_{ij} = Bobot variabel nilai jaminan ke-j yang relevan dengan aturan yang ke-i

Z_{ij} = Bobot variabel jumlah kredit ke-j yang relevan dengan aturan yang ke-i

B_i : Himpunan *fuzzy* untuk variabel keputusan pada aturan ke-i

Untuk menentukan keputusan kredit kepada debitur, ada 27 aturan yang sesuai dengan variabel yang digunakan serta format aturan yang telah ditentukan, di antaranya yaitu seperti terlihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Tabel Aturan Setiap Himpunan *Fuzzy*

C1	C2	C3	Keputusan
Tinggi	Tinggi	Tinggi	Layak
Tinggi	Tinggi	Sedang	Layak
Tinggi	Tinggi	Rendah	Tidak Layak
Tinggi	Sedang	Tinggi	Layak
Tinggi	Sedang	Sedang	Layak
Tinggi	Sedang	Rendah	Tidak Layak
Tinggi	Rendah	Tinggi	Tidak Layak
Tinggi	Rendah	Sedang	Tidak Layak
Tinggi	Rendah	Rendah	Tidak Layak
Sedang	Tinggi	Tinggi	Layak
Sedang	Tinggi	Sedang	Layak
Sedang	Tinggi	Rendah	Tidak Layak
Sedang	Sedang	Tinggi	Layak
Sedang	Sedang	Sedang	Layak
Sedang	Sedang	Rendah	Tidak Layak
Sedang	Rendah	Tinggi	Tidak Layak
Sedang	Rendah	Sedang	Tidak Layak
Sedang	Rendah	Rendah	Tidak Layak
Rendah	Tinggi	Tinggi	Tidak Layak
Rendah	Tinggi	Sedang	Tidak Layak
Rendah	Tinggi	Rendah	Tidak Layak
Rendah	Sedang	Tinggi	Tidak Layak
Rendah	Sedang	Sedang	Tidak Layak

Rendah	Sedang	Rendah	Tidak Layak
Rendah	Rendah	Tinggi	Tidak Layak
Rendah	Rendah	Sedang	Tidak Layak
Rendah	Rendah	Rendah	Tidak Layak

Keterangan:

- C1 = Variabel Penghasilan
- C2 = Variabel Nilai Jaminan
- C3 = Variabel Jumlah Kredit

2.3 Proses Fuzzifikasi

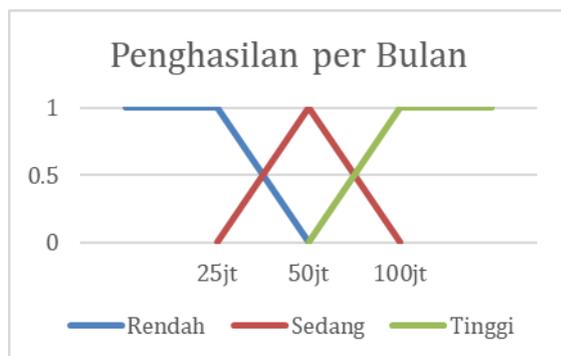
Pada FIS model *tsukamoto* tahap yang dilakukan pertama kali yaitu pembuatan himpunan *fuzzy*. Tahap fuzzifikasi ini mencoba melakukan perhitungan secara manual pada variabel *input fuzzy* dengan 5 sampel data debitur yang bisa dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Sampel Data Debitur

No	Nama Debitur	Penghasilan per Bulan	Nilai Jaminan	Jumlah Kredit
1.	Abdul Romli	15.557.134	286.800.000	275.000.000
2.	Ernawati	54.450.000	579.200.000	500.000.000
3.	Jeffry Nichol	76.400.000	2.503.300.000	800.000.000
4.	Masrurroh	112.000.000	507.000.000	400.000.000
5.	Walujo	34.650.000	515.000.000	350.000.000

2.3.1 Fuzzifikasi Variabel Penghasilan

Pada variabel penghasilan memiliki 3 himpunan *fuzzy* yaitu RENDAH, SEDANG, dan TINGGI. Untuk penggambaran kurva dari variabel penghasilan dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 5. Kurva Himpunan *Fuzzy* Variabel Penghasilan

Fungsi keanggotaan pada setiap himpunan menggunakan rumus seperti berikut.

$$\mu_{rendah}[x] = \begin{cases} 1; \rightarrow x \leq 25jt \\ \frac{(50jt - x)}{(50jt - 25jt)}; \rightarrow 25jt \leq x \leq 50jt \\ 0; \rightarrow x \geq 50jt \end{cases} \quad (6)$$

$$\mu_{sedang}[x] = \begin{cases} 0; \rightarrow x \leq 25jt \text{ atau } x \geq 100jt \\ \frac{(x - 25jt)}{(50jt - 25jt)}; \rightarrow 25jt \leq x \leq 50jt \\ \frac{(100jt - x)}{(100jt - 50jt)}; \rightarrow 50jt \leq x \leq 100jt \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu_{tinggi}[x] = \begin{cases} 0; \rightarrow x \leq 50jt \\ \frac{(x - 50jt)}{(100jt - 50jt)}; \rightarrow 50jt \leq x \leq 100jt \\ 1; \rightarrow x \geq 100jt \end{cases} \quad (8)$$

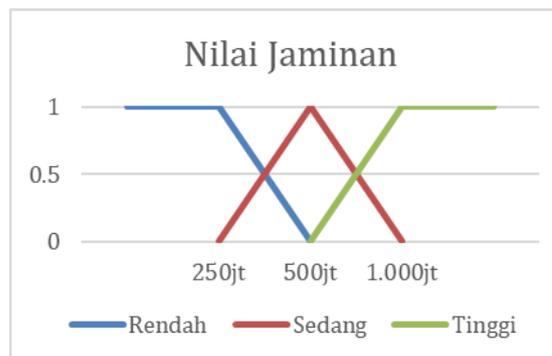
Jika dari sampel data pada tabel 2 menggunakan perhitungan rumus fungsi keanggotaan di atas, maka didapatkan hasil seperti pada tabel berikut:

Tabel 3. Hasil Fuzzifikasi Debitur Berdasarkan Penghasilan

No.	Nama Debitur	Penghasilan Per Bulan	Himpunan <i>Fuzzy</i>		
			Rendah	Sedang	Tinggi
1.	Abdul Romli	15.557.134	1	0	0
2.	Walujo	34.650.000	0,61	0,39	0
3.	Ernawati	54.450.000	0	0,91	0,09
4.	Jeffry Nichol	76.400.000	0	0,76	0,24
5.	Masrurroh	112.000.000	0	0	1

2.3.2 Fuzzifikasi Variabel Nilai Jaminan

Pada variabel nilai jaminan memiliki 3 himpunan *fuzzy* yaitu RENDAH, SEDANG, dan TINGGI. Untuk penggambaran kurva dari variabel nilai jaminan dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 6. Kurva Himpunan *Fuzzy* Variabel Nilai Jaminan

Fungsi keanggotaan pada setiap himpunan menggunakan rumus seperti berikut.

$$\mu_{rendah}(x) = \begin{cases} 1; \rightarrow x \leq 250jt \\ \frac{(500jt-x)}{(500jt-250jt)}; \rightarrow 250jt \leq x \leq 500jt \\ 0; \rightarrow x \geq 500jt \end{cases} \quad (9)$$

$$\mu_{sedang}(x) = \begin{cases} 0; \rightarrow x \leq 250jt \text{ atau } x \geq 1000jt \\ \frac{(x-250jt)}{(500jt-250jt)}; 250jt \leq x \leq 500jt \\ \frac{(1000jt-x)}{(1000jt-500jt)}; 500jt \leq x \leq 1000jt \end{cases} \quad (10)$$

$$\mu_{tinggi}(x) = \begin{cases} 0; \rightarrow x \leq 500jt \\ \frac{(x-500jt)}{(1000jt-500jt)}; \rightarrow 500jt \leq x \leq 1000jt \\ 1; \rightarrow x \geq 1000jt \end{cases} \quad (11)$$

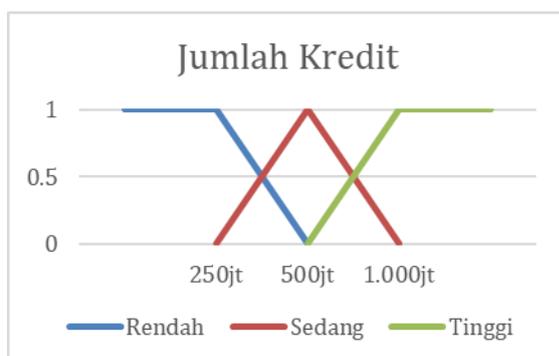
Jika dari sampel data pada tabel 2 menggunakan perhitungan rumus fungsi keanggotaan di atas, maka didapatkan hasil seperti pada tabel berikut:

Tabel 4. Hasil Fuzzifikasi Debitur Berdasarkan Nilai Jaminan

No.	Nama Debitur	Nilai Jaminan	Himpunan <i>Fuzzy</i>		
			Rendah	Sedang	Tinggi
1.	Abdul Romli	286.800.000	0,85	0,15	0
2.	Masruroh	507.000.000	0	0,99	0,01
3.	Walujo	515.000.000	0	0,97	0,03
4.	Ernawati	579.200.000	0	0,84	0,16
5.	Jeffry Nichol	2.503.300.000	0	0	1

2.3.3 Fuzzifikasi Variabel Jumlah Kredit

Pada variabel jumlah kredit memiliki 3 himpunan *fuzzy* yaitu RENDAH, SEDANG, dan TINGGI. Untuk penggambaran kurva dari variabel jumlah kredit dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 7. Kurva Himpunan *Fuzzy* Variabel Jumlah Kredit

Fungsi keanggotaan pada setiap himpunan menggunakan rumus seperti berikut:

$$\mu_{rendah}(x) = \begin{cases} 1; \rightarrow x \leq 250jt \\ \frac{(500jt-x)}{(500jt-250jt)}; \rightarrow 250jt \leq x \leq 500jt \\ 0; \rightarrow x \geq 500jt \end{cases} \quad (12)$$

$$\mu_{sedang}(x) = \begin{cases} 0; \rightarrow x \leq 250jt \text{ atau } x \geq 1000jt \\ \frac{(x-250jt)}{(500jt-250jt)}; 250jt \leq x \leq 500jt \\ \frac{(1000jt-x)}{(1000jt-500jt)}; 500jt \leq x \leq 1000jt \end{cases} \quad (13)$$

$$\mu_{tinggi}(x) = \begin{cases} 0; \rightarrow x \leq 500jt \\ \frac{(x-500jt)}{(1000jt-500jt)}; \rightarrow 500jt \leq x \leq 1000jt \\ 1; \rightarrow x \geq 1000jt \end{cases} \quad (14)$$

Jika dari sampel data pada tabel 3.3 menggunakan perhitungan rumus fungsi keanggotaan di atas, maka didapatkan hasil seperti pada tabel berikut:

Tabel 5. Hasil Fuzzifikasi Debitur Berdasarkan Jumlah Kredit

No.	Nama Debitur	Jumlah Kredit	Himpunan <i>Fuzzy</i>		
			Rendah	Sedang	Tinggi
1.	Abdul Romli	275.000.000	0,90	0,10	0
2.	Walujo	350.000.000	0,60	0,40	0
3.	Masruroh	400.000.000	0,40	0,60	0
4.	Ernawati	500.000.000	0	1	0
5.	Jeffry Nichol	800.000.000	0	0,4	0,60

2.4 Fungsi Penentuan α -predikat dan Z setiap aturan

Pada tahap ini kami akan mencari nilai α -predikat dan z di setiap aturan berdasarkan hasil fuzzifikasi di setiap himpunan *fuzzy* pada masing-masing variabel dari perhitungan sebelumnya. Berikut adalah tabel hasil fuzzifikasi dari data sampel debitur ke-1 dari tiap-tiap variabel yang digunakan untuk mencari α -predikat dan z di setiap aturan:

Tabel 6. Hasil Fuzzifikasi Sampel Data ke-1 dari Tiap-tiap Variabel

Nama Debitur	Fuzzifikasi Penghasilan Per Bulan			Fuzzifikasi Nilai Jaminan			Fuzzifikasi Jumlah Kredit		
	R	S	T	R	S	T	R	S	T
Abdul Romli	1	0	0	0,85	0,15	0	0,9	0,1	0

Untuk mencari α -predikat dan z di setiap aturan kami menggunakan fungsi implikasi MIN untuk mendapatkan nilai α terkecil dari nilai himpunan *fuzzy* yang ada di setiap aturan dengan rumus:

$$\alpha_i = \mu_{A1} \wedge \mu_{A2} \wedge \mu_{A3} = \min(\mu_{A1}(x_1), \mu_{A2}(x_2), \mu_{A3}(x_3)) \quad (15)$$

Kemudian untuk mencari nilai Z dari tiap aturan kami menggunakan fungsi keanggotaan variabel nilai keputusan yang mempunyai kurva fungsi keanggotaan sebagai berikut:



Gambar 8. Kurva Himpunan *Fuzzy* Variabel Keputusan

Rumus fungsi keanggotaan yang digunakan dalam mencari Z yaitu ditentukan oleh rumus berikut.

$$\mu_{\text{tidak layak}} [z] = \begin{cases} 1; \rightarrow z \leq 50 \\ \frac{(100-z)}{(100-50)}; \rightarrow 50 \leq z \leq 100 \\ 0; \rightarrow z \geq 100 \end{cases} \quad (16)$$

$$\mu_{\text{layak}} [z] = \begin{cases} 0; \rightarrow z \leq 50 \\ \frac{(z-50)}{(100-50)}; \rightarrow 50 \leq z \leq 100 \\ 1; \rightarrow z \geq 100 \end{cases} \quad (17)$$

Dalam menghitung dan mencari nilai Z , kami akan menggunakan data sampel ke-1 hasil fuzzifikasi terhadap tiap-tiap variabel seperti pada tabel 6 yang kemudian akan kami hitung menggunakan fungsi implikasi min di setiap rule seperti pada tabel berikut:

Tabel 7. Fungsi Implikasi MIN Setiap *Rule* dan Nilai Z Setiap *Rule*

C1	C2	C3	Keputusan	α_i	z_i
0	0	0	Layak	0	50
0	0	0,1	Layak	0	50
C1	C2	C3	Keputusan	α_i	z_i
0	0	0,9	Tidak Layak	0	100
0	0,15	0	Layak	0	50
0	0,15	0,1	Layak	0	50
0	0,15	0,9	Tidak Layak	0	100
0	0,85	0	Tidak Layak	0	100
0	0,85	0,1	Tidak Layak	0	100
0	0,85	0,9	Tidak Layak	0	100
0	0	0	Layak	0	50
0	0	0,1	Layak	0	50
0	0	0,9	Tidak Layak	0	100
0	0,15	0	Layak	0	50
0	0,15	0,1	Layak	0	50
0	0,15	0,9	Tidak Layak	0	100
0	0,85	0	Tidak Layak	0	100
0	0,85	0,1	Tidak layak	0	100
0	0,85	0,9	Tidak Layak	0	100
1	0	0	Tidak Layak	0	100
1	0	0,1	Tidak Layak	0	100
1	0	0,9	Tidak Layak	0	100
1	0,15	0	Tidak Layak	0	100
1	0,15	0,1	Tidak Layak	0,1	95
1	0,15	0,9	Tidak Layak	0,15	92,5
1	0,85	0	Tidak Layak	0	100
1	0,85	0,1	Tidak Layak	0,1	95
1	0,85	0,9	Tidak Layak	0,85	57,5

Keterangan:

C1 = Variabel Penghasilan

C2 = Variabel Nilai Jaminan

C3 = Variabel Jumlah Kredit

α_i = Nilai α -predikat ke- i

2.5 Defuzzifikasi atau Penentuan Nilai Crisp Z

Tahapan selanjutnya yaitu defuzzifikasi nilai *output fuzzy*. Proses defuzzifikasi pada metode *tsukamoto* menggunakan metode *weight* yaitu dengan membagi jumlah dari hasil $\alpha * z$ yang ada di setiap *rule* dengan jumlah dari α yang ada di setiap *rule*.

$$Z = \frac{(\alpha_1 * z_1) + (\alpha_2 * z_2) + \dots + (\alpha_n * z_n)}{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n} \quad (18)$$

$$Z = \frac{81,75}{1,2} = 68,125 \quad (19)$$

Setelah mendapatkan nilai *Z* langkah yang selanjutnya adalah mencari keanggotaan masing-masing dari variabel *output* lalu membandingkannya dengan menggunakan rumus fungsi keanggotaan. Jika nilai yang didapatkan 68,125 maka derajat keanggotaan *fuzzy* pada setiap himpunan adalah:

1. Himpunan *fuzzy* tidak layak = 0,6375
2. Himpunan *fuzzy* layak = 0,3625

Dari hasil perbandingan nilai himpunan *output* di atas, himpunan *fuzzy* tidak layak lebih besar dibandingkan himpunan *fuzzy* layak. Himpunan *fuzzy* tidak layak mempunyai nilai himpunan 0,6375 sedangkan himpunan *fuzzy* layak mempunyai nilai himpunan 0,3625. Jadi, keputusan yang diambil adalah kelayakan pemberian kredit pada debitur bernama Abdul Romli adalah tidak layak.

2.6 Implementasi dan Testing

Setelah melakukan tahap perhitungan dan analisa data, tahap yang akan kami lakukan selanjutnya adalah implementasi sistem dengan membangun sistem dan tahapan *testing*.

Pada tahap implementasi sistem, kami menggunakan bahasa pemrograman HTML dan PHP. Untuk *database* dalam penelitian ini, kami menggunakan *database* MySQL. Pada bagian *front-end*, kami akan menggunakan HTML dengan *framework bootstrap*. Sedangkan pada

bagian *back-end*, kami menggunakan *laravel* sebagai *framework* dari PHP.

Pada tahapan *testing*, kami menggunakan metode *blackbox testing*. Jika terdapat kesalahan dalam pembuatan sistem maka akan terlihat. Pengujian *blackbox* adalah salah satu metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada sisi fungsionalitas, khususnya pada *input* dan *output* aplikasi. Tahap pengujian merupakan salah satu tahap yang harus ada

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan menjelaskan tentang pengimplementasian program pemberian keputusan kelayakan kredit berupa *web* yang kemudian akan didapatkan hasil dari perhitungan *fuzzy* yang telah dipaparkan di atas.

3.1 Tampilan Halaman Login

Halaman *Login* digunakan untuk mengakses masuk pada *user* agar dapat menggunakan program tersebut. Pada halaman ini merupakan *library* bawaan dari *framework laravel*.

Gambar 9. Halaman Login Laravel

3.2 Tampilan Dashboard

Copy	CSV	Excel	PDF	Print	Column visibility	Search:
Nama	Penghasilan per bulan (Rp)	Nilai Jaminan	Jumlah Kredit	Keputusan	Action	
Abdul Romli	Rp 15.527.000	Rp 286.800.000	Rp 275.000.000	Tidak Layak	Hapus Perbaikan	
Amrul Mukminin	Rp 24.000.000	Rp 459.750.000	Rp 400.000.000	Tidak Layak	Hapus Perbaikan	
Andharyah	Rp 11.000.000	Rp 118.775.000	Rp 100.000.000	Tidak Layak	Hapus Perbaikan	

Gambar 10. Halaman Dashboard

Halaman *dashboard* berfungsi untuk menampilkan data nasabah yang telah diinput pada bagian halaman *input*

data. Terdapat 2 *button* yaitu hapus dan perhitungan.

C1	C2	C3	Keputusan	e1	Z1	e1 x Z1
1	0	0	Tidak Layak	0	100	0
1	0.15	0.1	Tidak Layak	0.1	95	9.5
1	0.15	0.9	Tidak Layak	0.15	92.5	13.88
1	0.15	0	Tidak Layak	0	100	0
1	0.85	0.1	Tidak Layak	0.1	95	9.5
1	0.85	0.9	Tidak Layak	0.85	97.5	48.88
1	0.85	0	Tidak Layak	0	100	0
Jumlah e1			Total Jumlah Hasil (e1 x Z1)		Crisp Z	
1.2			61.76		68.13	
Layak			Tidak Layak			
0.363			0.637			

Gambar 11. Tampilan Fungsi *Button* Perhitungan

Button hapus berfungsi untuk menghapus data nasabah yang berada satu baris dengan *button* hapus. *Button* perhitungan berfungsi untuk melihat rumus perhitungan fungsi implikasi MIN pada setiap rule dan nilai *crisp Z*. Singkatnya pada fungsi tersebut menampilkan perhitungan *fuzzy* pada tahap akhir yaitu setelah semua nilai himpunan *fuzzy* didapatkan.

Jumlah Nasabah 31	Jumlah Nasabah Layak 13	Jumlah Nasabah Tidak Layak 18
----------------------	----------------------------	----------------------------------

Gambar 11. *Box Label*

Di dalam halaman *dashboard* terdapat 3 *box label* yaitu jumlah nasabah, jumlah nasabah layak, dan jumlah nasabah tidak layak. Fitur tersebut digunakan untuk menampilkan jumlah total data-data yang terdapat di dalam tabel data nasabah.

3.3 Tampilan *Input Data*

Gambar 12. Form *Input Data* Nasabah

Di dalam halaman *input data* nasabah terdapat form pengisian data

nasabah yang berfungsi untuk menambahkan data nasabah yang akan diproses. Ada beberapa *entry* yaitu nama nasabah, penghasilan per bulan, nilai jaminan, dan jumlah kredit. Terdapat tombol *submit* yang berfungsi untuk menyimpan data nasabah yang telah diisi. Setelah menekan tombol *submit* maka form tersebut secara otomatis akan mengosongkan kolom isian yang ada. Lalu data yang sudah diisi tersimpan di dalam *database* yang secara langsung akan ditampilkan di halaman *dashboard*.

4. KESIMPULAN

Dengan dibuatnya sistem penunjang keputusan dalam pemberian kelayakan kredit, harapannya dapat membantu kinerja bank dalam memberikan keputusan kelayakan kredit secara cepat dan optimal. Hasil yang didapatkan setelah penerapan sistem penunjang keputusan kelayakan pemberian kredit dengan variabel jumlah penghasilan per bulan, nilai jaminan, dan plafond kredit dapat mengurangi resiko terjadinya kemacetan kredit pada bank sehingga bank dapat beroperasi dan memutuskan pemberian kredit lebih cepat, efisien dan optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Rizaldi and A. Z. Falani, “Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Nilai Kredit Pinjaman Dengan *Fuzzy Logic Model Tsukamoto*,” vol. 5, no. 1, p. 8, 2020.
- [2] L. H. Son, P. Van Viet, and P. Van Hai, “Picture inference system: a new fuzzy inference system on picture fuzzy set,” *Appl Intell*, vol. 46, no. 3, pp. 652–669, Apr. 2017, doi: 10.1007/s10489-016-0856-1.
- [3] L. Hermawan and A. Felicia, “Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Busana Sesuai Dengan Karakter Seseorang,” *JuSiTik (Jurnal Sistem*

-
- dan Teknologi Informasi Komunikasi*),
vol. 1, no. 1, Art. no. 1, 2017.
- [4] S. Phoemphon, C. So-In, and D. (Tao) Niyato, “A hybrid model using fuzzy logic and an extreme learning machine with vector particle swarm optimization for wireless sensor network localization,” *Applied Soft Computing*, vol. 65, pp. 101–120, Apr. 2018, doi: 10.1016/j.asoc.2018.01.004.
- [5] A. Z. Falani, “Analisis Laporan Keuangan Perusahaan Sebagai Dasar Pengambilan Keputusan Investasi Saham Berbasis *DU Pont System & Fuzzy Logic*,” p. 7.
- [6] M. I. Pulukadang, Y. Langi, and A. J. Rindengan, “Optimasi Perencanaan Produksi Pada CV. Meubel Karya Nyata Gorontalo Menggunakan Model Program Linear Fuzzy,” *d’CARTESIAN: Jurnal Matematika dan Aplikasi*, vol. 7, no. 2, Art. no. 2, 2018, doi: 10.35799/dc.7.2.2018.20629.