

Penerapan Metode *Fuzzy Tsukamoto* untuk Menentukan Kelayakan Peminjaman pada Koperasi (Studi Kasus di KPRI Warga Bina Karya)

Faizin Ahmad¹, Pahrul Irfan², Zaenal Abidin³

¹ Universitas Bumigora (faizinahmad06@gmail.com)

² Universitas Bumigora (irfan@universitasbumigora.ac.id)

³ Universitas Bumigora (zaenal@universitasbumigora.ac.id)

Abstrak

Teknologi komputer memberikan banyak manfaat dalam kehidupan manusia. Salah satu contoh dari masalah sehari-hari tersebut yaitu menentukan kelayakan peminjaman di suatu koperasi, sehingga dibutuhkan suatu sistem yang dapat menyelesaikan masalah tersebut. Koperasi Pegawai Republik Indonesia (KPRI) Warga Bina Karya bergerak dalam bidang simpan-pinjam, yang dalam penanganan transaksi peminjaman dilakukan dengan aturan atau prosedur yang telah dibuat sebelumnya oleh pengurus koperasi. Namun permasalahan yang terjadi dengan pemberlakuan prosedur tersebut adalah ketika jumlah peminjam yang cukup banyak, sementara jumlah dana tersedia terbatas, sehingga pengurus cukup kewalahan untuk menentukan kelayakan peminjaman yang diajukan oleh masing-masing nasabah. Untuk membantu mengatasi permasalahan tersebut, penulis mencoba meneliti penggunaan sistem pendukung keputusan untuk penentuan kelayakan peminjaman pada koperasi menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto. Terdapat 5 variabel yang digunakan yaitu Penghasilan, lama menjadi anggota, sisa pinjaman sebelumnya, jumlah pinjaman, dan jumlah angsuran. Hasil atau keluaran dari penelitian ini adalah aplikasi Penentuan Kelayakan Peminjaman pada Koperasi KPRI Warga Bina Karya berbasis web yang dapat menghitung tingkat kelayakan peminjaman dari masing-masing data alternatif menggunakan perhitungan metode Fuzzy Tsukamoto

Keyword : Fuzzifikasi, Defuzzifikasi, Fuzzy Tsukamoto, Koperasi.

Abstract

Computer technology provides many benefits to human life. One example of a day-to-day problem that can be solved by computer technology is determining the feasibility of borrowing in a cooperative. Koperasi Pegawai Republik Indonesia (KPRI) Citizens of Bina Karya is engaged in savings and loans, which in handling lending transactions is carried out by following procedures determined by the management. But the problem that occurs with the implementation of these procedures is when the number of borrowers is quite large, while the amount of available funds is limited so that the management is quite overwhelmed to determine the feasibility of the loan proposed by each customer. To help overcome these problems, the author tries to examine the use of decision support systems for determining the feasibility of lending to cooperatives using the Fuzzy Tsukamoto method. There are 5 variables used, namely Income, length of membership, previous loan balance, loan amount, and installment amount. The results of this study are the application of web-based Loan Eligibility Determination on KPRI Citizens Cooperative that can calculate the level of lending eligibility of each alternative data using the calculation of Fuzzy Tsukamoto method

Keyword : Fuzzifikasi, Defuzzifikasi, Fuzzy Tsukamoto, Cooperatives.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi komputer yang semakin pesat pada zaman ini semakin banyak memberikan manfaat dalam kehidupan manusia, salah satu manfaatnya yaitu sebagai sistem yang dapat membantu manusia dalam mengambil keputusan untuk menyelesaikan masalah sehari-hari. Salah satu contoh dari masalah sehari-hari tersebut yaitu menentukan kelayakan peminjaman di suatu koperasi, sehingga dibutuhkan suatu sistem yang dapat menyelesaikan masalah tersebut.

Koperasi menurut Undang-Undang Nomor 25 tahun 1992 adalah “badan usaha yang beranggotakan orang, seorang atau badan hukum koperasi dengan melandaskan prinsip - prinsip

koperasi sekaligus sebagai gerakan ekonomi rakyat yang berdasarkan atas asas kekeluargaan”[1]. Dari dasar tersebut, dapat diketahui bahwa koperasi mengandung dua unsur, yaitu unsur ekonomi dan unsur social yang berkaitan satu sama lain. Dikatakan memiliki unsur ekonomi karena tujuan dari koperasi itu sendiri adalah untuk mencapai kesejahteraan anggota, sedangkan unsur sosial terlihat dari adanya asas yang dijunjung dalam koperasi, yakni asas kekeluargaan. Salah satu contoh koperasi adalah Koperasi Pegawai Republik Indonesia (KPRI) Warga Bina Karya.

Koperasi Pegawai Republik Indonesia (KPRI) Warga Bina Karya bergerak dalam bidang simpan-pinjam, yang beralamat di jalan Bung

Karno No.88, Kelurahan Pagutan Barat, Kecamatan Mataram, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat.

Masalah yang terjadi pada KPRI Warga Bina Karya adalah ketika jumlah peminjam yang cukup banyak, sementara jumlah dana tersedia terbatas, sehingga pengurus cukup kewalahan untuk mengambil keputusan kelayakan peminjam.

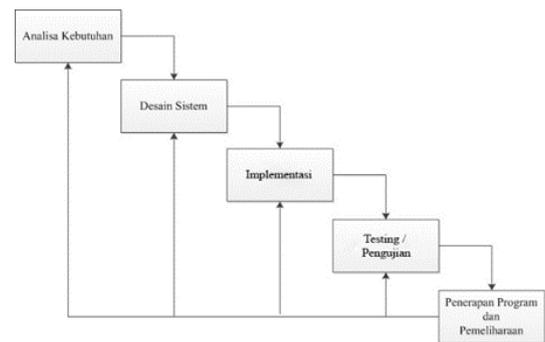
Oleh karena itu perlu adanya sebuah sistem untuk menghitung kelayakan yang dapat membantu pengurus koperasi dalam menentukan kelayakan peminjaman secara otomatis. Proses penentuan kelayakan pinjaman ini, akan dipengaruhi oleh hasil perhitungan variable (jumlah pinjaman, berapa kali angsuran, lama menjadi anggota, penghasilan/gaji dan sisa angsuran pinjaman sebelumnya). Metode yang dapat membantu menyeleksi kriteria - kriteria dalam menentukan kelayakan anggota untuk menerima pinjaman adalah Metode Fuzzy Tsukamoto, Alasan dipilihnya metode ini yaitu karena metode Fuzzy Tsukamoto sudah diterapkan dalam berbagai aplikasi yaitu "Sistem Pemilihan Penerima Beasiswa Bidik Misi Dengan Metode Fuzzy Tsukamoto" dan "Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Warga Penerima Jamkesmas Dengan Metode Fuzzy Tsukamoto" dimana dua aplikasi tersebut termasuk sejenis dengan topik yang penulis bahas dan kedua aplikasi tersebut berhasil menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto untuk menyelesaikan masalahnya. Sehingga Metode Fuzzy Tsukamoto sangatlah cocok untuk menyelesaikan masalah pada topik yang penulis bahas.

II.METODOLOGI

A. Metodologi penelitian

Dalam membangun sistem ini penulis menggunakan metode *waterfall*. *Waterfall* adalah hal yang menggambarkan pendekatan secara sistematis dan juga berurutan (*step by step*) pada sebuah pengembangan perangkat lunak. Tahapan dengan spesifikasi kebutuhan pengguna lalu berlanjut melalui tahapan-tahapan perencanaan yaitu planning, permodelan, konstruksi, sebuah system dan penyerahan sistem kepada pengguna, dukungan pada perangkat lunak lengkap yang dihasilkan [2].

- 1) *Analisa Kebutuhan*: Langkah pertama ini adalah langkah yang paling penting dari metode *waterfall*. Dalam langkah ini penulis melakukan pengumpulan data yang diperlukan, adapun metode pengumpulan data tersebut antara lain Observasi, Wawancara dan Studi Literatur.



Gambar 1 Metode *Waterfall*

- 2) *Desain Sistem*: Tahap ini dilakukan dengan menggunakan informasi data yang telah diperoleh dari langkah analisis kebutuhan sebelumnya, sehingga sistem yang dibangun sesuai dengan yang diinginkan.
- 3) *Implementasi*: Penerapan desain kedalam kode – kode program yang selanjutnya diintegrasikan menjadi sistem lengkap.
- 4) *Testing / Pengujian*: Pada tahap ini penulis menguji apakah sistem tersebut telah sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.
- 5) *Penerapan Program dan Pemeliharaan*

B. Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* merupakan salah satu komponen *soft computing*. Logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Dasar Logika *fuzzy* adalah teori himpunan *fuzzy* yang memiliki peranan derajat keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangatlah penting. Nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan menjadi ciri utama dari penalaran dengan logika *fuzzy* tersebut. [3]

Diantara kelebihan penggunaan fuzzy logic yaitu mudah dimengerti, fleksibel, dan didasarkan pada bahasa alami[3].

C. Analisa Kebutuhan

1) Analisa Kebutuhan Sistem

Pada langkah ini dilakukan analisa kebutuhan untuk perangkat lunak dan kebutuhan data yang dibutuhkan untuk membangun aplikasi Fuzzy Tsukamoto agar sesuai dengan keinginan dan kebutuhan. adapun metode pengumpulan data tersebut yaitu Observasi, Wawancara dan Studi Literatur. Adapun hasil dari pengumpulan data tersebut dibagi menjadi 3 yaitu data masukan (*input*), data proses, dan data keluaran (*Output*).

Tabel 1 Contoh data maskuan (input) Alternatif

No	Nama Nasabah	Penghasilan (Rp.)	Lama Menjadi Anggota (Tahun)	Sisa Pinjaman (Rp.)	Jumlah Pinjaman (Rp.)	Banyak Angsuran (Kali)
1	Ahmad Efendi	Rp.1.300.000	5	Rp.0	Rp.4.000.000	6
2	Saipul Bahri	Rp.1.500.000	5	Rp.200.000	Rp.2.000.000	4
3	Ahmad Khotim	Rp.900.000	2	Rp.0	Rp.7.000.000	10
4	Rifki Hidayat	Rp.1.000.000	3	Rp.300.000	Rp.4.500.000	5
5	Ahmad Maulana	Rp.1.700.000	3	Rp.100.000	Rp.7.000.000	5
6	Lalu Indra	Rp.1.550.000	6	Rp.0	Rp.10.000.000	15
7	Doni Saputra	Rp.1.550.000	5	Rp.500.000	Rp.5.000.000	6

Keterangan :

1. Penghasilan: Jumlah gaji perbulan dari nasabah
2. Lama Menjadi Anggota: Lama seorang nasabah menjadi anggota KPRI Warga Bina Karya
3. Sisa Pinjaman Sebelumnya: Jumlah sisa pinjaman yang pernah di lakukan sebelumnya.
4. Jumlah Pinjaman: Jumlah pinjaman yang diajukan oleh nasabah
5. Banyak Angsuran: Berapa kali seorang nasabah akan mengangsur pinjamannya

Tabel 2 Variable dan Himpunan Fuzzy

No	Variabel (Kriteria)	Semesta Pembicara	Himpunan Fuzzy	Domain [Nilai Parameter]	Representasi Kurva
1.	Penghasilan	[0, 6.000.000]	Rendah	[0 0 600.000 3.150.000]	Bahu
			Sedang	[600.000 3.150.000 5.700.000]	Segitiga
			Tinggi	[3.150.000 5.700.000 6.000.000 6.000.000]	Bahu
2.	Lama Menjadi Anggota	[0, 35]	Baru	[0 0 1 18]	Bahu
			Sedang	[1 18 34]	Segitiga
			Lama	[18 34 35 35]	Bahu
3.	Sisa Pinjaman Sebelumnya	[0, 2.100.000]	Sedikit	[0 0 100.000 10.050.000]	Bahu
			Sedang	[100.000 10.050.000 20.000.000]	Segitiga
			Banyak	[10.050.000 20.000.000 20.100.000]	Bahu
4.	Jumlah Pinjaman	[0, 76.000.000]	Sedikit	[0 0 1.000.000 38.000.000]	Bahu
			Sedang	[1.000.000 38.000.000 75.000.000]	Segitiga
			Banyak	[38.000.000 75.000.000 76.000.000]	Bahu
5.	Banyak Angsuran	[0, 100]	Cepat	[0 0 1 20]	Bahu
			Sedang	[1 20 40]	Segitiga
			Lama	[20 40 41 41]	Bahu

Tabel 3 Data Keluaran

ID	Nama	Total
1248	Lalu Indra	46.6815565
1245	Ahmad Khotim	46.29804646
1239	Ahmad Efendi	46.24235032
1247	Ahmad Maulana	45.99895183
1246	Rifki Hidayat	45.86299132
1243	Saipul Bahri	45.72879449
1249	Doni Saputra	45.45240436

2) Kebutuhan Perangkat Lunak
Adapun perangkat lunak yang dibutuhkan untuk membangun Sistem penentuan kelayakan peminjaman ini antara lain :

- Sistem Operasi (Operating System) Windows 10.
- Sublime Text
- Google Chrome.
- XAMPP.

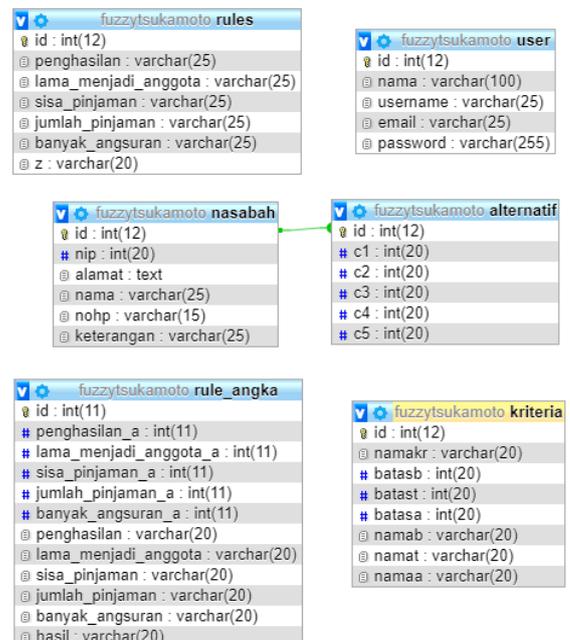
3) Kebutuhan Perangkat Keras
Adapun perangkat lunak yang dibutuhkan untuk membangun Sistem penentuan kelayakan peminjaman ini antara lain:

- Processor AMD Vishera FX-2000
- 4GB RAM.
- Mouse.
- Monitor 20"
- Keyboard.
- Hardisk.

D. Desain Sistem

1) Struktur Database

Dalam sistem penentuan kelayakan peminjaman ini hanya terdapat satu relasi yaitu antara tabel nasabah yang menyimpan data nasabah dengan tabel alternatif yang menyimpan data peminjaman dari nasabah

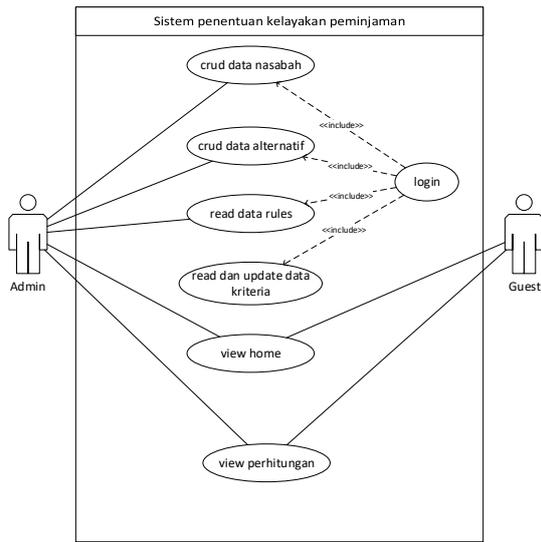


Gambar 6 Relasi Database

2) Use Case Diagram

Keterangan pada gambar 7 sebagai berikut:

- Aktor yang berperan dalam sistem ini adalah: guest dan admin.

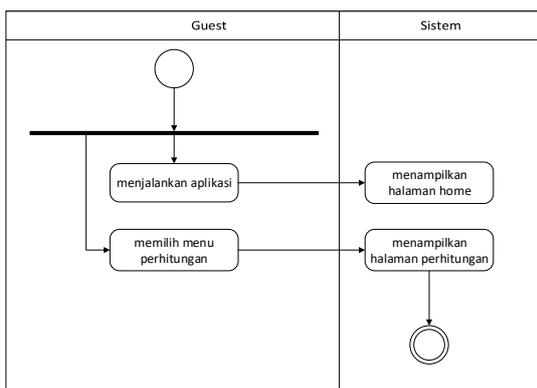


Gambar 7 Use Case Diagram

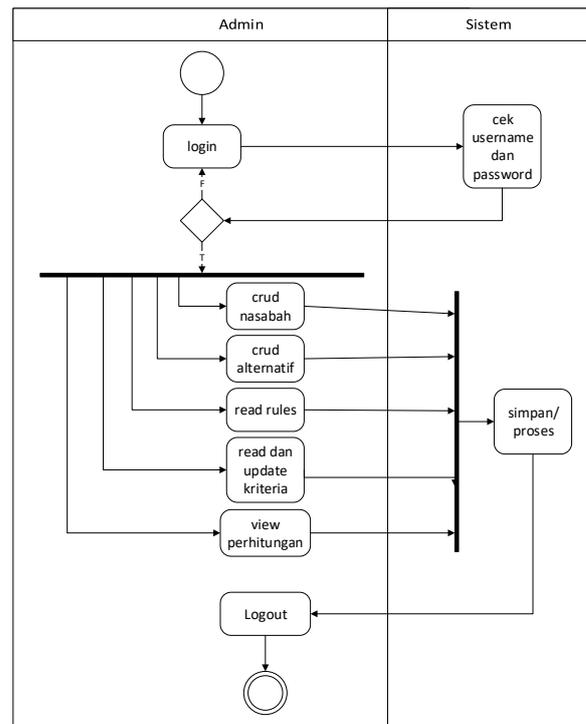
- Guest yang tidak melakukan login hanya dapat mengakses halaman home dan perhitungan sehingga tidak terjadi perubahan data inputan dan proses oleh orang yang tidak dikenal / selain admin.
- Admin yang telah melakukan login akan dapat mengakses seluruh menu sistem yaitu crud data nasabah, crud data alternatif, read dan upate data kirteria, read data rules, view home dan view perhitungan.

3) Activity Diagram

Dalam desain sistem ini penulis menggunakan activity diagram untuk menggambarkan urutan aktivitas yang terjadi di dalam aplikasi. Berikut activity diagram dari pengguna dan admin:

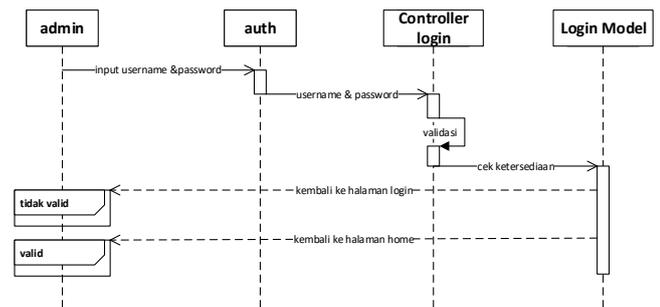


Gambar 8 Activity Diagram Guest



Gambar 9 Activity Diagram Admin

4) Sequence Diagram



Gambar 10 Sequence Diagram

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

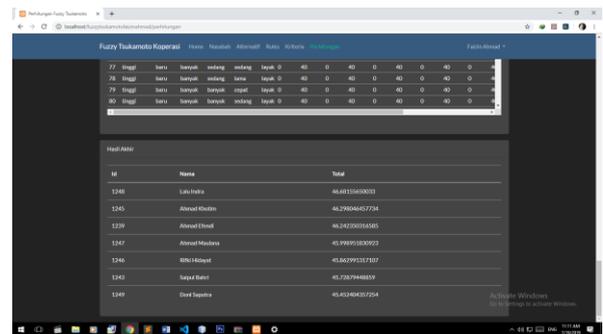
A. Tampilan Aplikasi

1) Halaman admin

Halaman ini merupakan halaman pertama yang ditampilkan ketika login sebagai admin. Tampilan halaman admin dapat dilihat pada gambar 11 dibawah ini.



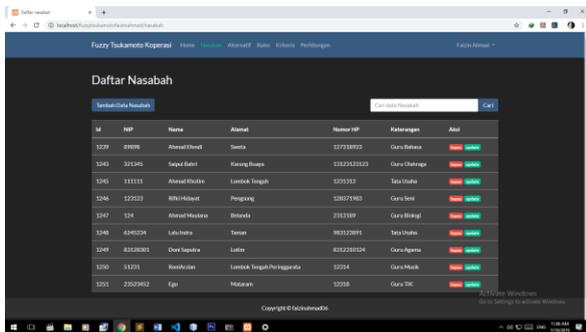
Gambar 11 Halaman admin



Gambar 14 Halaman Perhitungan

2) Halaman Daftar nasabah

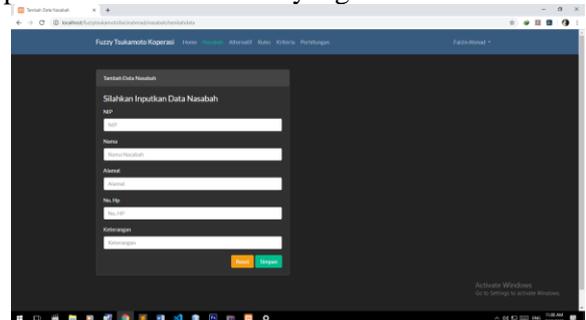
Halaman ini berisi data nasabah yang terdaftar pada koperasi. Admin dapat melakukan proses tambah data, edit atau menghapus data nasabah.



Gambar 12 Halaman Daftar Nasabah

3) Halaman tambah update data nasabah

Pada halaman ini admin dapat melakukan input data nasabah baru atau melakukan perubahan data nasabah yang sudah ada.



Gambar 13 Input dan Update data nasabah

4) Halaman hasil perhitungan

Pada halaman ini admin dapat melihat hasil perhitungan logika fuzzy yang dapat dijadikan acuan pemberian pinjaman.

B. Pengujian Secara Teoritis

Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil perhitungan manual Fuzzy Tsukamoto dengan hasil perhitungan pada sistem. Pengujian ini bertujuan untuk membuktikan kebenaran hasil perhitungan manual dengan hasil perhitungan sistem. Adapun langkah langkah perhitungan Fuzzy Tsukamoto yaitu:

1. Fuzzifikasi
2. Mencari α Predikat dari setiap rule (Implikasi) dan menghitung nilai α Predikat * Zi
3. Defuzzifikasi

Pada Pengujian ini penulis menggunakan 2 data percobaan sebagai berikut:

a. Ahmad Efendi (x1)

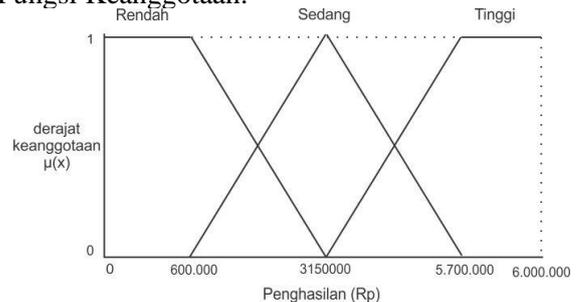
- Penghasilan : Rp.1.300.000
- Lama menjadi anggota : 1 Tahun
- Sisa pinjaman : 0
- Jumlah pinjaman : Rp.4.000.000
- Banyak Angsuran : 20 kali

b. Saipul Bahri (x2)

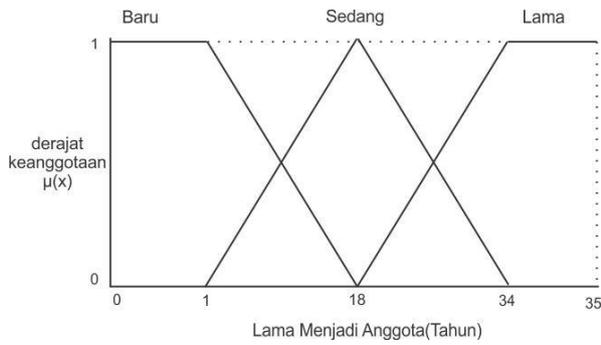
- Penghasilan : Rp.600.000
- Lama menjadi anggota : 5 Tahun
- Sisa pinjaman : 100.000
- Jumlah pinjaman : Rp.2.000.000
- Banyak Angsuran : 4 kali

Proses fuzzifikasi merubah nilai inputan ke dalam nilai derajat keanggotaan dari masing masing himpunan fuzzy. Berikut ini adalah perhitungan

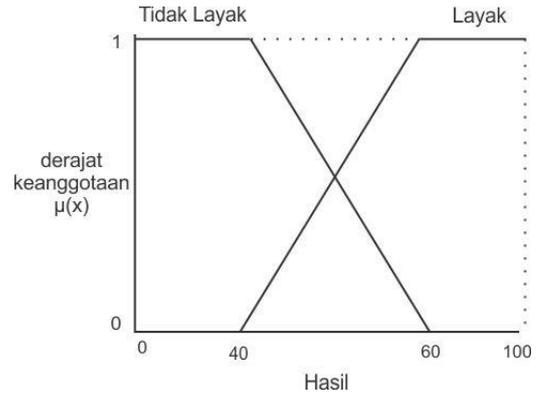
Fungsi Keanggotaan:



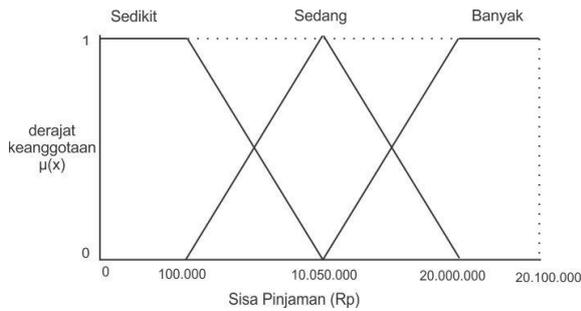
Gambar 15 Fungsi Keanggotaan Penghasilan



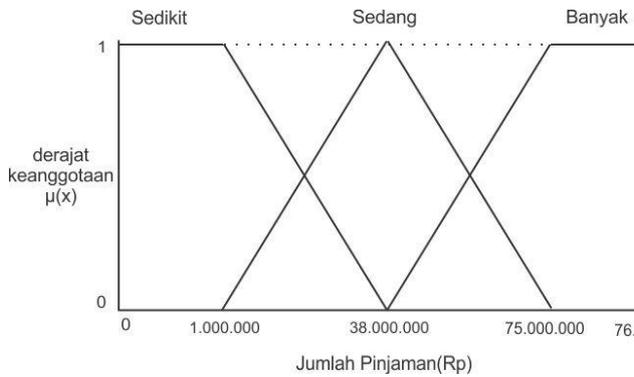
Gambar 16 Fungsi Keanggotaan Lama Menjadi Anggota



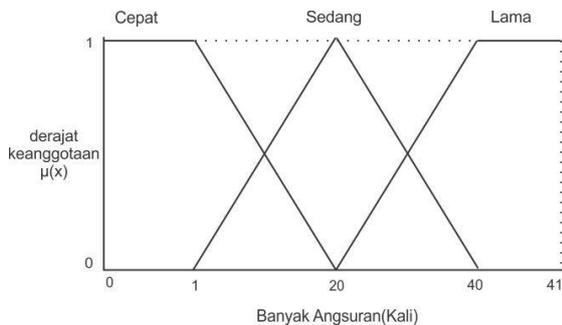
Gambar 20 Fungsi Keanggotaan Hasil



Gambar 17 Fungsi Keanggotaan Sisa Pinjaman



Gambar 18 Fungsi Keanggotaan Jumlah Pinjaman



Gambar 19 Fungsi Keanggotaan Banyak Angsuran

Hasil dari perhitungan masing masing variable adalah:

Ahmad Efendi (x1) :

Penghasilan:

- Rendah : 0.7255
- Sedang : 0.2745
- Tinggi : 0

Lama menjadi anggota:

- Baru : 1
- Sedang : 0
- Lama : 0

Sisa pinjaman:

- Sedikit : 1
- Sedang : 0
- Banyak : 0

Jumlah pinjaman :

- Sedikit : 0.9189
- Sedang : 0.0811
- Banyak : 0

Banyak angsuran

- Cepat : 0
- Sedang : 1
- Lama : 0

Saipul Bahri (x2)

Penghasilan :

- Rendah : 1
- Sedang : 0
- Tinggi : 0

Lama menjadi anggota :

- Baru : 0.7647
- Sedang : 0.2353
- Lama : 0

Sisa pinjaman :

- Sedikit : 1
- Sedang : 0
- Banyak : 0

Jumlah pinjaman :

- Sedikit : 0.974

- Sedang : 0.027
 - Banyak : 0
- Banyak angsuran
- Cepat : 0.8421
 - Sedang : 0.1579
 - Lama : 0

Langkah selanjutnya yaitu mencari nilai min atau terkecil yang disebut dengan α Predikat dari setiap rule, hasil dari *fuzzifikasi* di atas di masukkan ke dalam setiap himpunan pada rule *fuzzy* yang telah di buat sesuai dengan nama himpunan nya. Kemudian setelah menemukan semua nilai min langkah selanjutnya adalah *Defuzzifikasi*, proses *defuzzifikasi* merupakan proses terakhir dalam perhitungan *Fuzzy Tsukamoto*. Adapun metode *defuzzifikasi* yang digunakan dalam metode *Tsukamoto* adalah *Center Average Defuzzifier*. Dibawah ini akan dijabarkan perhitungan defuzzifikasi metode *Center Average Defuzzifier*.

Hasil Akhir Ahmad Efendi (x1):

$$Z = \frac{\sum a_1 \cdot z_1 + a_2 \cdot z_2 + a_3 \cdot z_3 + \dots + a_{137} \cdot z_{137} + \dots + a_{243} \cdot z_{243}}{\sum a_1 + a_2 + \dots + a_{243}}$$

$$Z = \frac{\sum 14.96347559 + 4.733382031 + 33.00269127 + 4.733382031}{\sum 0.274509804 + 0.081081081 + 0.725490196 + 0.081081081}$$

$$Z = \frac{57.43293092}{1.162162162}$$

$$Z = 49.41903358$$

Hasil Akhir Saipul Bahri(x1) :

$$Z = \frac{\sum a_1 \cdot z_1 + a_2 \cdot z_2 + a_3 \cdot z_3 + \dots + a_{190} \cdot z_{190} + \dots + a_{243} \cdot z_{243}}{\sum a_1 + a_2 + \dots + a_{243}}$$

$$Z = \frac{\sum 13.01038062 + 8.975069252 + 1.607012418 + 1.607012418 + 34.18685121 + 8.975069252 + 1.607012418 + 1.607012418}{\sum 0.235294118 + 0.157894737 + 0.027027027 + 0.027027027 + 0.764705882 + 0.157894737 + 0.027027027 + 0.027027027}$$

$$Z = \frac{71.57542001}{1.423897582}$$

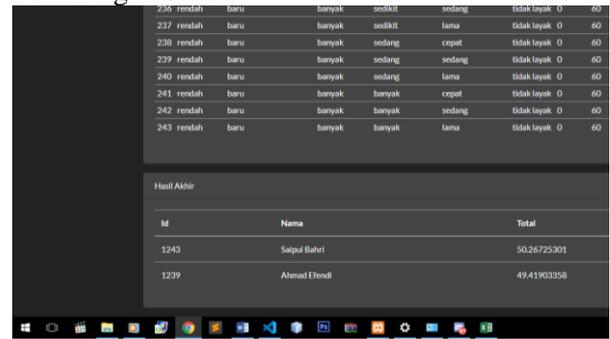
$$Z = 50.26725301$$

Dari kedua hasil defuzzifikasi di atas jika dilakukan sorting maka hasil akhir dari x1 akan lebih besar dibanding x2. Berikut ini adalah perbandingan hasil akhir perhitungan manual dengan perhitungan sistem :

Perhitungan Manual :

1. Ahmad Efendi(x1) : 49.41903358
2. Saipul Bahri(x2) : 50.26725301

Perhitungan Sistem :



Gambar 21 Hasil Perhitungan Sistem

Berdasarkan perbandingan diatas dapat disimpulkan bahwa secara teoritis perhitungan sistem sudah benar / valid.

C. Pengujian Black Box

Pengujian *Black Box* adalah metode pengujian perangkat lunak yang menguji fungsionalitas aplikasi yang berkaitan dengan struktur internal atau kerja.

Tabel 4 Tabel Hasil Pengujian bagian admin

Kasus dan hasil uji benar			
Data Masukkan	Yang Diharapkan	Pengamatan	Keterangan
Memilih Menu Home	Akan Menampilkan Halaman Home beserta seluruh navbar	Menampilkan halaman home saat admin memilih menu home	Berhasil
input login benar dan lengkap	Redirect ke halaman home untuk admin	fungsi login jika inputan valid	Berhasil
Menginputkan data nasabah secara lengkap dan valid	Redirect ke form utama Nasabah dengan pesan "Berhasil menambah data"	Fungsi CRUD Nasabah jika lengkap dan valid, lalu data tersimpan pada tabel	Berhasil
Menginputkan data Alternatif secara lengkap dan valid	Redirect ke form utama Alternatif dengan pesan "berhasil menambah data"	Fungsi CRUD Alternatif jika lengkap dan valid lalu data tersimpan pada tabel	Berhasil
Mengubah data Kriteria secara lengkap dan valid	Redirect ke form utama Kriteria dengan pesan "berhasil mengubah data"	Fungsi Update Kriteria jika lengkap dan valid lalu data tersimpan pada tabel	Berhasil
Memilih Menu Rules	Menampilkan menu Rules	Menampilkan menu rules ketika admin memilih menu rules	Berhasil
Pilih Menu logout	Redirect ke halaman home untuk guest	Hapus Session	Berhasil

Kasus dan hasil uji salah			
Data Masukkan	Yang Diharapkan	Pengamatan	Keterangan
input login salah atau tidak lengkap	tetap di halaman login dengan tampilan pesan "username atau password salah"	fungsi login jika inputan tidak valid	Berhasil
Menginputkan data nasabah secara tidak lengkap dan salah	tetap di halaman input data nasabah dengan tampilan pesan "inputan salah"	Fungsi CRUD Nasabah jika tidak lengkap dan valid lalu data tidak tersimpan	Berhasil
Menginputkan data Alternatif secara tidak lengkap dan valid	Redirect ke form utama Alternatif dengan pesan "berhasil menambah data"	Fungsi CRUD Alternatif tidak lengkap dan valid lalu data tidak tersimpan	Berhasil
Mengubah data Kriteria secara tidak lengkap dan valid	Redirect ke form utama Kriteria dengan pesan "berhasil mengubah data"	Fungsi Update Kriteria jika tidak lengkap dan valid lalu data tidak tersimpan	Berhasil

IV. PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada KPRI Warga Bina Karya SMP 7 Mataram, maka dapat disimpulkan beberapa hal :

1. Penelitian telah berhasil membangun sistem dengan metode Fuzzy Tsukamoto untuk menentukan kelayakan peminjaman di KPRI Warga Bina Karya berbasis web. Sehingga mempermudah pengurus dalam menentukan kelayakan pinjaman agar lebih cepat dan akurat.
2. Perhitungan otomatis dari sistem yang dikembangkan dapat menghasilkan output yang sama dengan perhitungan secara manual, sehingga secara teoritis perhitungan otomatis dari sistem ini dapat dipertanggung jawabkan kebenarannya.
3. Pengujian Black Box atau pengujian secara Fungsionalitas yang dilakukan pada sistem ini menghasilkan bahwa sistem ini sudah dapat berjalan dengan baik dan sesuai tujuan.

B. Saran

Beberapa hal yang dapat disarankan antara lain:

1. Sistem yang dikembangkan ini menggunakan 5 variabel, maka untuk kedepannya dapat ditambahkan beberapa variable penentu yang sekiranya penting untuk menentukan kelayakan peminjaman.
2. Pada pengembangan selanjutnya diharapkan sistem dapat dibangun untuk platform mobile sehingga pihak koperasi dapat menggunakannya kapanpun dan dimanapun.

DAFTAR REFERENSI

- [1] Pemerintah, Indonesia. (1992). *Undang-undang No. 25 Tahun 1992 Tentang Perkoperasian*. Jakarta: Mentri / Sekretaris Negara.
- [2] R Pressman, R. S. (2002). *Rekayasa Perangkat Lunak: Pendekatan Praktisi(Buku Dua)*. Jogjakarta: Penerbit Andi.
- [3] Kusumadewi, S., & Purnomo, S. (2010). *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Graha Ilmu.
- [4] Yunus, M. (2015). *Penerapan Fuzzy Expert System untuk Diagnosa Penyakit Telinga, Hidung dan Tenggorokan (THT) Studi Kasus : Rumah Sakit Umum Daerah Dr. Soedjono Selong Nusa Tenggara Barat*. Surabaya: Sekolah Tinggi Teknik Surabaya.
- [5] Mufid, A. (2010). *Penentuan Jumlah Produksi Televisi Merk "X" Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani*. Jurnal Teknik UNISFAT, 72-79.
- [6] Kusumadewi, S., & Purnomo, H. (2004). *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan. Edisi 1*. Graha Ilmu, 1,2,7-11,25,26,30,39-45.
- [7] Kusumadewi, S., Hartati, S., Harjoko, A., & Wardoyo, R. (2006). *Fuzzy Multi – Attribute* . Graha Ilmu .
- [8] Rosa, A., & Shalahuddin. (2014). *Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek*. Bandung: Informatika Bandung.