

Aplikasi Penentuan Penerima Kredit Usaha Rakyat Menggunakan Model Fuzzy Tsukamoto

Hanifah Awliya¹, Sukmawati Nur Endah²

Universitas Diponegoro, Semarang, Jawa Tengah

Departemen Ilmu Komputer/ Informatika Fakultas Sains dan Matematika

anivawliya@gmail.com¹, sukma_ne@undip.ac.id²

Abstrak

Analisis perbankan memiliki wewenang dalam menentukan nasabah penerima Kredit Usaha Rakyat (KUR). Penentuan dilakukan dengan mengandalkan pemahaman personal analisis perbankan. Pemahaman personal yang sewaktu-waktu dapat berubah menyebabkan terjadinya kesalahan dan ketidakkonsistenan dalam pengambilan keputusan. Oleh karena itu perlu dilakukan rancang-bangun pengetahuan untuk membantu analisis perbankan mengartikulasikan apa yang mereka ketahui dan mendokumentasikan pengetahuan dalam bentuk yang dapat digunakan kembali. Pengetahuan tersebut dijadikan sebagai dasar dalam pembangunan aplikasi penentuan penerima KUR yang dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman C# dan Sistem Manajemen Basis Data (DBMS) MySQL. Proses penentuan penerima KUR dilakukan dengan menggunakan model fuzzy Tsukamoto. Hasil akhir dari aplikasi ini berupa keputusan diterima atau ditolak sebagai penerima KUR berdasarkan nilai rata-rata terbobot (weighted average). Semakin tinggi nilai rata-rata terbobot maka semakin tinggi kemungkinan nasabah terpilih sebagai penerima KUR. Hasil tersebut menjadi saran yang dapat dipertimbangkan oleh analisis perbankan untuk memutuskan nasabah yang layak menerima KUR. Aplikasi ini telah memenuhi kebutuhan sistem dan mampu memberikan hasil yang sesuai dengan keputusan analisis perbankan pada kasus yang pernah ditangani sebelumnya. Pengujian sistem terhadap 10 kasus menghasilkan tingkat keakuratan sebesar 90%.

Kata kunci— Kredit Usaha Rakyat, model fuzzy Tsukamoto, weighted average

Abstract

Banking analysts have authority in determining the recipient of Citizen's Business Credit (KUR). Determinations were performed by relying on an understanding of personal banking analyst. Personal understanding which sometimes can change causes errors and inconsistencies in decision-making. Therefore it is necessary engineering knowledge to help banking analyst articulates what they know and documenting knowledge into a form that can be reused. Knowledge is used as the basis in development of determination Citizen's Business Credit recipient application are built using the C# programming language and the MySQL database management system. The process of determining the recipient Citizen's Business Credit done using the Tsukamoto fuzzy model. The end result of application is a decision of acceptance or rejection of customers as recipients based on weighted average value. The higher weighted average value, the higher probability of customers selected as the recipient of Citizen's Business Credit. This result could be a suggestion that could be considered by banking analysts to decide customers who deserve Citizen's Business Credit. This application has met the needs of the system and able to give result which appropriate with the decision in the cases of the banking analyst that ever handled before. System testing on 10 cases resulted error rate in 90% accuracy rate.

Keywords— Citizen's Business Credit, Tsukamoto fuzzy model, weighted average

1. PENDAHULUAN

Teknologi Kredit Usaha Rakyat (KUR) merupakan skema kredit/ pembiayaan modal kerja atau investasi yang khusus diperuntukkan bagi Usaha Mikro Kecil Menengah dan Koperasi (UMKMK) di bidang usaha produktif yang usahanya layak (*feasible*).

Dalam menentukan penerima KUR, setiap bank memiliki tim analis untuk menyeleksi peserta KUR. Setiap analis memiliki kebijakan tersendiri dalam menentukan nasabah penerima KUR dengan berlandaskan pada Undang-Undang Nomor 10 Tahun 1998 Pasal 8 Ayat (1) dan (2) tentang Perubahan atas Undang-Undang No 7 Tahun 1992 tentang Perbankan [1]. Variabel yang dapat mempengaruhi penentuan keputusan pemberian kredit harus memperhatikan 5 C, yaitu meliputi *Character*, *Capital*, *Condition of Economy*, *Capacity*, dan *Collateral* [2]. *Character* berkaitan dengan watak, *Capital* berkaitan dengan modal awal didirikan usaha, *Condition of Economy* berkaitan dengan tanggungan ataupun biaya hidup, *Capacity* berkaitan dengan kemampuan membayar cicilan berdasarkan penghasilan usaha dan penghasilan lain serta tanggungan ataupun biaya hidup, dan *Collateral* berkaitan dengan jaminan. Pengumpulan data dilakukan para analis melalui form pendaftaran serta proses wawancara dan survey lapangan. Analisa dilakukan terhadap penilaian variabel yang telah diperoleh sebelumnya dan dijalankan secara manual oleh analis. Penentuan keputusan dilakukan pada tiap kasus sehingga rentan terjadi ketidakkonsistenan dikarenakan mengandalkan pemahaman personal analis yang sewaktu-waktu dapat berubah. Berdasarkan uraian tersebut terlihat bahwa pemanfaatan teknologi analis kurang maksimal karena data yang diperoleh tidak dapat dimanfaatkan dengan efektif.

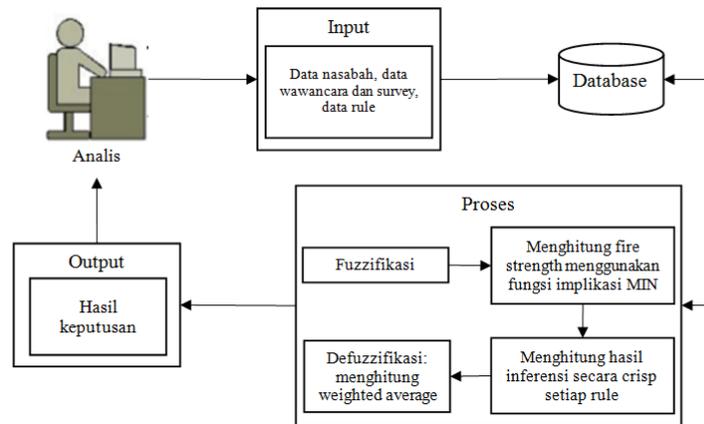
Pada tahun 2010, telah terdapat penelitian yang membahas tentang penentuan nasabah penerima KUR. Penelitian tersebut menggunakan model *Analytical Hierarchy Process* (AHP) [3]. AHP merupakan salah satu model pada pengambilan keputusan. Penelitian tersebut juga menggunakan variabel yang telah disebutkan di atas. Model AHP kurang tepat apabila pendaftar KUR hanya satu orang, hal ini disebabkan karena model AHP menghasilkan output berupa urutan prioritas yang didapat dari perhitungan matriks sehingga harus terdapat lebih dari satu alternatif. Maka dari itu penulis menggunakan logika *fuzzy* sebagai solusi dari permasalahan tersebut. Logika *fuzzy* merupakan salah satu metode penerapan kecerdasan buatan yang digunakan dalam memecahkan permasalahan kasus yang memiliki data-data yang tidak tepat atau tidak pasti. Logika *fuzzy* berisikan metode yang dapat digunakan untuk mengolah data *input* menjadi data *output* dalam bentuk informasi yang baik [4]. Dengan logika *fuzzy*, proses penentuan penerima KUR dapat dianalisa dengan sistem inferensi *fuzzy*.

Model *Fuzzy* Tsukamoto merupakan salah satu model dalam sistem inferensi *fuzzy*. Pada tahun 2012, Rakhman, dkk menerapkan model *Fuzzy* Tsukamoto pada pemberian saran pemilihan konsentrasi kegiatan akademik mahasiswa. Penentuan konsentrasi didasarkan pada beberapa bobot nilai mata kuliah yang ada pada kurikulum yang ditawarkan. Kesimpulan dari penelitian mereka adalah bahwa Model *Fuzzy* Tsukamoto dapat digunakan untuk memberikan rekomendasi dalam pemilihan konsentrasi [5]. Alasan dari penggunaan model *Fuzzy* Tsukamoto adalah model ini cukup sederhana. Proses defuzzifikasi untuk setiap *output rule* dilakukan dengan menggunakan metode rata-rata terbobot (*weighted average*) sehingga proses defuzzifikasi tidak memakan waktu lama [6].

Penelitian terkait pembuatan sistem penunjang pemberian kredit di bank dengan menggunakan logika *fuzzy* Tsukamoto telah dilakukan oleh Puspitarini, dkk pada tahun 2015 [7]. Dalam penelitian tersebut variabel input hanya berupa penghasilan dan pengeluaran sedangkan variabel output berupa besaran angsuran. Penelitian ini mengusulkan model *Fuzzy* Tsukamoto dalam perancangan dan pembangunan aplikasi penentuan penerima KUR berbasis desktop dengan menggunakan variabel input berupa nilai karakter (*character*), jaminan (*collateral*), modal (*capital*), serta ekonomi (*condition of Economy* dan *capacity*), sesuai dengan prinsip 5C, serta variabel output berupa keputusan diterima dan tidaknya pengajuan KUR oleh nasabah.

2. METODE PENELITIAN

Penentuan penerima kredit usaha rakyat dilakukan dengan menggunakan metode *Fuzzy* Tsukamoto. Aplikasi yang dibangun mempunyai arsitektur seperti pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Arsitektur Sistem

Penjelasan untuk arsitektur sistem tersebut adalah sebagai berikut.

1. Input

Input dimasukkan oleh seorang analis berupa data nasabah, data wawancara dan survey dan data rule (aturan dalam proses penentuannya). Selain data diri, proses input ini akan didapatkan nilai karakter (character), jaminan (collateral), modal (capital), serta ekonomi (condition of Economy dan capacity) yang menjadi input bagi proses penentuan penerima KUR. Data nasabah pendaftar KUR diperoleh dari form pendaftaran yang diisi oleh nasabah serta wawancara dan survey yang dilakukan analis terhadap nasabah. Analis menginput data nasabah kemudian data diolah untuk memperoleh nilai variabel input yang mempengaruhi proses penentuan. Dalam menentukan nilai setiap variabel input, peneliti bekerjasama dengan pakar, dalam hal ini adalah analis Bank Sumut untuk membentuk suatu formula. Formula tersebut ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Formula Variabel Input

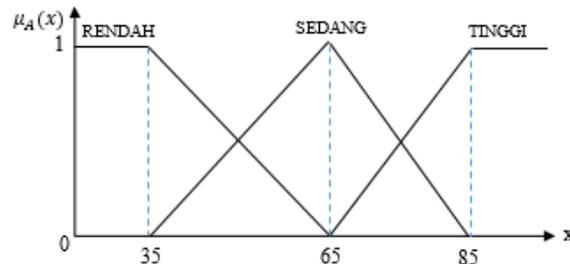
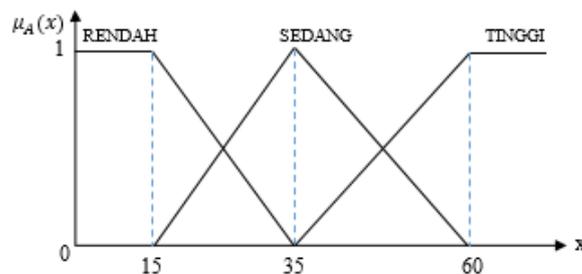
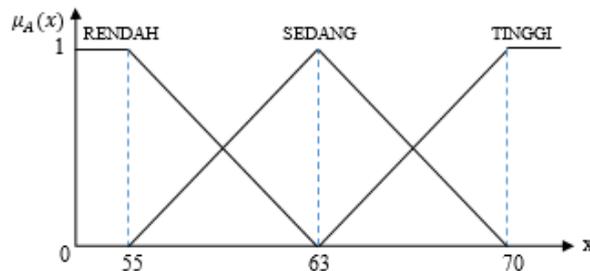
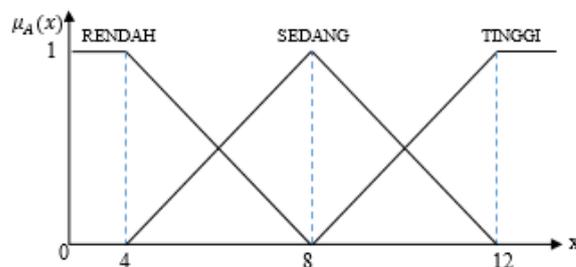
No.	Variabel	Formula
1	Karakter	$x = \frac{\text{Karakter}}{100} \times 100\%$ Batasan : $x < 30\%$ (Status "TOLAK")
2	Jaminan	$x = \frac{\text{Jaminan} - \text{Pinjaman}}{\text{Pinjaman}} \times 100\%$ Batasan : $x < 5\%$ (Status "TOLAK")
3	Modal	$x = \frac{\text{Modal}_a}{\text{Modal}_t} \times 100\%$ $\text{Modal}_t = \text{Modal}_a + \text{pinjaman}$ Modal _a : modal awal Modal _t : modal setelah ditambahkan dengan pinjaman Batasan : $x < 50\%$ (Status "TOLAK")
4	Ekonomi	$x = \frac{(\text{Tot masuk} - \text{Tot keluar}) - \text{cicilan}}{(\text{Tot masuk} - \text{Tot keluar})} \times 100\%$ $\text{cicilan} = \frac{\text{Pinjaman}}{\text{Jangka waktu}} + \left(\left(\frac{\text{Pinjaman}}{\text{Jangka waktu}} \times \frac{13}{100} \right) \times \left(\frac{\text{Jangka waktu}}{12} \right) \right)$ Tot keluar : kondisi ekonomi (total pengeluaran) Tot masuk : kemampuan membayar (total pemasukan) Batasan : $x < 3\%$ (Status "TOLAK")
NB:		x : persentase variabel

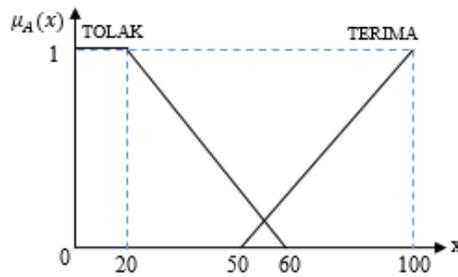
2. Proses

Proses yang dimaksud di sini adalah proses penentuan penerima KUR dengan menggunakan model Fuzzy Tsukamoto [6]. Proses ini memiliki beberapa tahapan yaitu :

a. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi pada dasarnya mengubah nilai crisp suatu variabel ke dalam bentuk derajat keanggotaan fuzzy yang berada di range 0 – 1 [8]. Penentuan bentuk ataupun jenis kurva, serta tumpang tindih antar kurva disesuaikan dengan penelitian yang telah dilakukan. Penentuan tersebut dilakukan dengan menggunakan intuisi. Intuisi didasarkan pada kecerdasan manusia dan pemahaman mendalam untuk mengembangkan fungsi keanggotaan [9]. Variabel input terdiri dari karakter, jaminan, modal, serta ekonomi, sedangkan variabel output yaitu keputusan. Berikut himpunan fuzzy dari variabel input dan variabel output aplikasi penentuan penerima KUR yang disajikan pada Gambar 2, 3, 4, 5 dan 6.

**Gambar 2. Representasi Variabel Karakter****Gambar 3. Representasi Variabel Jaminan****Gambar 4. Representasi Variabel Modal****Gambar 5. Representasi Variabel Ekonomi**



Gambar 6. Representasi Variabel Keputusan

- b. Menghitung nilai α -predikat (*fire strength*) dari setiap *rule* saat proses evaluasi aturan dalam mesin inferensi dengan menggunakan fungsi implikasi MIN. Terdapat 81 aturan/ *rule* yang mempengaruhi proses penentuan keputusan. Pembentukan *rule* dilakukan dengan mengandalkan pengetahuan pakar. Jumlah *rule* yang digunakan mencakup semua kemungkinan, yang disajikan sebagai berikut:
- [R1] IF Karakter TINGGI AND Jaminan TINGGI AND Modal TINGGI AND Ekonomi TINGGI THEN Keputusan TERIMA
- [R2] IF Karakter TINGGI AND Jaminan TINGGI AND Modal TINGGI AND Ekonomi SEDANG THEN Keputusan TERIMA
- [R3] IF Karakter TINGGI AND Jaminan TINGGI AND Modal TINGGI AND Ekonomi RENDAH THEN Keputusan TERIMA
- [R4] IF Karakter TINGGI AND Jaminan TINGGI AND Modal SEDANG AND Ekonomi TINGGI THEN Keputusan TERIMA
- ⋮
- [R81] IF Karakter RENDAH AND Jaminan RENDAH AND Modal RENDAH AND Ekonomi RENDAH THEN Keputusan TOLAK
- c. Menghitung hasil inferensi secara tegas (*crisp*) setiap *rule* (z_1, z_2, \dots, z_n). Perhitungan dilakukan berdasarkan nilai *fire strength* setiap *rule* (w_1, w_2, \dots, w_n).
- d. Proses defuzzifikasi menggunakan metode rata-rata terbobot (*weighted average*) sebagai berikut:

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n w_i z_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (1)$$

dimana

Z : nilai *weighted average*

w : *fire strength*

z : nilai hasil inferensi

n : jumlah *rule*

3. Output

Hasil akhir dari model *Fuzzy Tsukamoto* berupa nilai rata-rata terbobot (*weighted average*) dari setiap nasabah. Nilai *weighted average* tersebut kemudian digunakan sebagai penentu keputusan diterima atau tidaknya nasabah sebagai penerima KUR. Semakin tinggi nilai *weighted average*, semakin tinggi pula kemungkinan nasabah tersebut diterima sebagai penerima KUR.

Evaluasi Ketepatan Klasifikasi

Sesudah aplikasi berhasil dibangun, aplikasi ini diuji dengan menggunakan *APER (Apparent Error Rate)*. *APER* merupakan suatu nilai yang digunakan untuk melihat peluang kesalahan dalam mengklasifikasi objek, yang dirumuskan sebagai berikut [10]:

$$APER = \frac{n_{12} + n_{21}}{n_{11} + n_{12} + n_{21} + n_{22}} \times 100\% \quad (2)$$

dimana

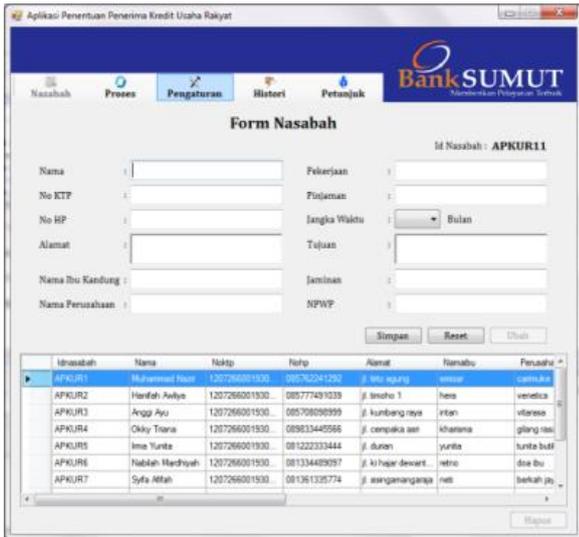
n_{11} : banyak kejadian gagal dari hasil amatan yang diprediksi sebagai kejadian gagal

n_{12} : banyak kejadian gagal dari hasil amatan yang diprediksi sebagai kejadian sukses
 n_{21} : banyak kejadian sukses dari hasil amatan yang diprediksi sebagai kejadian gagal
 n_{22} : banyak kejadian sukses dari hasil amatan yang diprediksi sebagai kejadian sukses

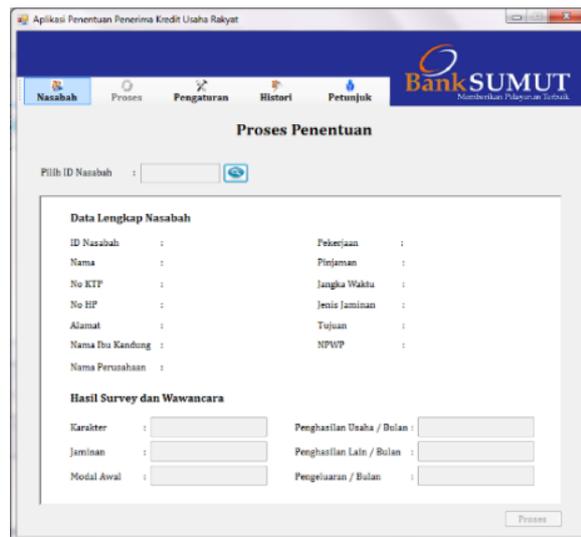
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

Studi kasus yang diambil dalam penelitian ini adalah KUR yang ada dalam Bank SUMUT. Gambar 7 – Gambar 11 menunjukkan hasil antarmuka aplikasi yang telah berhasil dibuat.

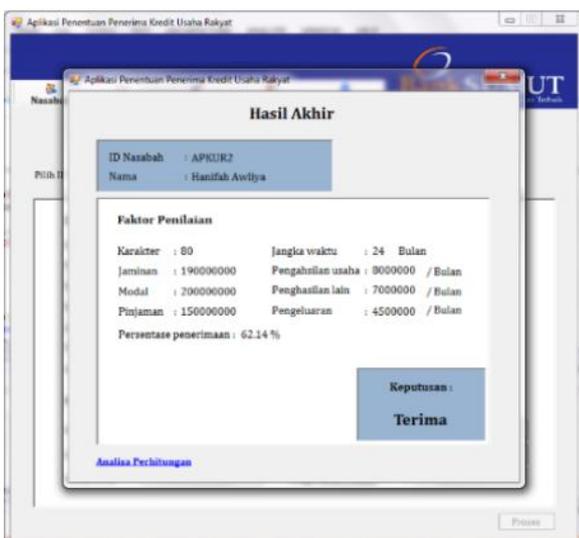


Gambar 7. Antarmuka Nasabah

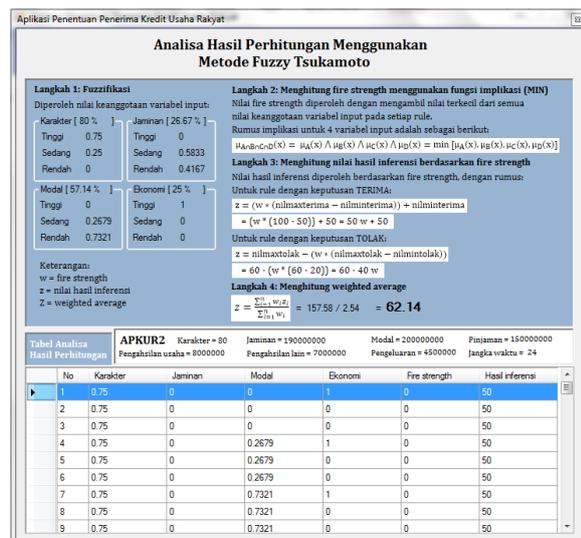


Gambar 8. Antarmuka Proses

Gambar 7 merupakan halaman nasabah yang digunakan untuk mengelola data nasabah. Halaman ini memiliki fitur untuk menambah, mengubah dan menghapus data nasabah. Gambar 8 merupakan halaman proses yang digunakan untuk memilih nasabah yang akan diproses. Data nasabah yang dipilih akan dievaluasi dengan data hasil wawancara dan survey lapangan. Hasil dari proses ini yaitu keputusan diterima atau tidaknya nasabah tersebut sebagai penerima KUR.



Gambar 9. Antarmuka Hasil



Gambar 8. Antarmuka Analisis Perhitungan

Gambar 9 merupakan halaman yang menampilkan hasil dari proses penentuan keputusan. Gambar 10. menampilkan antarmuka analisa perhitungan sesuai dengan langkah-langkah model *Fuzzy Tsukamoto*.

Idrule	Karakter	Jaminan	Modal	Ekonomi	Keputusan
1	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Terima
2	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Sedang	Terima
3	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Rendah	Terima
4	Tinggi	Tinggi	Sedang	Tinggi	Terima
5	Tinggi	Tinggi	Sedang	Sedang	Terima
6	Tinggi	Tinggi	Sedang	Rendah	Terima
7	Tinggi	Tinggi	Rendah	Tinggi	Terima
8	Tinggi	Tinggi	Rendah	Sedang	Terima
9	Tinggi	Tinggi	Rendah	Rendah	Tolak
10	Tinggi	Sedang	Tinggi	Tinggi	Terima
11	Tinggi	Sedang	Tinggi	Sedang	Terima
12	Tinggi	Sedang	Tinggi	Rendah	Terima
13	Tinggi	Sedang	Sedang	Tinggi	Terima
14	Tinggi	Sedang	Sedang	Sedang	Terima
15	Tinggi	Sedang	Sedang	Rendah	Terima
16	Tinggi	Sedang	Rendah	Tinggi	Terima
17	Tinggi	Sedang	Rendah	Sedang	Terima
18	Tinggi	Sedang	Rendah	Rendah	Tolak
19	Tinggi	Rendah	Tinggi	Tinggi	Terima

Gambar 11. Antarmuka Pengaturan

Gambar 11 merupakan halaman pengaturan yang digunakan untuk mengelola rule dari basis pengetahuan yang digunakan. Pengujian akurasi sistem dilakukan dengan membandingkan hasil penentuan keputusan yang pernah dilakukan analisis dengan hasil penentuan keputusan yang diperoleh menggunakan aplikasi penentuan penerima KUR. Data yang diuji yaitu sebanyak sepuluh data. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan pengujian pada Tabel 2, dengan menggunakan Persamaan 2 diperoleh tingkat *error* sebesar 10% atau dengan kata lain tingkat keakuratan sistem yaitu sebesar 90%.

Tabel 2. Hasil Pengujian

Pinjaman	Jangka waktu (Bulan)	Karakter	Kasus				Pengeluaran	Weighted average	Keputusan	
			Jaminan	Modal	Laba	Penghasilan lain			Analisis	Aplikasi
100.000.000	12	70	120.000.000	100.000.000	5000.000	13.000.000	5.000.000	44,1666	Tolak	Tolak
150.000.000	24	80	190.000.000	200.000.000	8.000.000	7.000.000	4.500.000	62,1409	Terima	Terima
60.000.000	60	80	80.000.000	80.000.000	4.000.000	4.000.000	3.500.000	70,9700	Terima	Terima
45.000.000	60	75	50.000.000	50.000.000	4.000.000	1.000.000	3.500.000	40	Tolak	Tolak
180.000.000	24	85	230.000.000	200.000.000	12.000.000	8.000.000	6.000.000	68,8040	Terima	Terima
150.000.000	60	60	180.000.000	200.000.000	10.000.000	5.000.000	7.000.000	49,4340	Tolak	Tolak
120.000.000	24	80	150.000.000	164.000.000	10.000.000	5.500.000	4.000.000	60,6681	Terima	Terima
50.000.000	96	80	65.000.000	55.000.000	3.500.000	1.500.000	3.500.000	70,8333	Tolak	Terima
60.000.000	60	80	80.000.000	65.000.000	4.000.000	4.000.000	2.000.000	77,7380	Terima	Terima
80.000.000	36	80	100.000.000	100.000.000	5.000.000	2.000.000	3.000.000	56,5190	Terima	Terima

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil adalah Aplikasi Penentuan Penerima Kredit Usaha Rakyat dengan menggunakan model *Fuzzy Tsukamoto* dapat memberikan keputusan yang sesuai kepada analisis di Bank Sumut dengan tingkat keakuratan sebesar 90%. Dengan menggunakan aplikasi ini, analisis dapat lebih mudah dalam menentukan penerima KUR.

5. SARAN

Aplikasi dapat dikembangkan juga menjadi sebuah sistem berbasis web sehingga nasabah pendaftaran KUR dapat dilakukan secara online.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Habibie, B.J., 1998, Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 10 Tahun 1998 Tentang Perubahan atas Undang-Undang No 7 Tahun 1992 Tentang Perbankan, www.hukumonline.com/pusatdata/downloadfile/lt4cce89fb14e43/parent/334, diakses tanggal 8 November 2016
- [2] Afandi, P., 2010, Analisis Implementasi 5C Bank BPR dalam Menentukan Kelayakan Pemberian Kredit pada Nasabah (Studi Kasus Pada PD BPR Bank Salatiga Dan PT BPR Kridaharta Salatiga), *Among Makarti*, No. 5, Vol. 3, hal 55-69.
- [3] Azwany, F., 2010, Sistem Pendukung Keputusan Pemberian Kredit Usaha Rakyat pada Bank Syariah Mandiri Cabang Medan Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP), Skripsi, Program Studi S1 Ilmu Komputer, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- [4] Kusumadewi, S. & Purnomo, H., 2010. Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan, Edisi 2, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [5] Rakhman, A. Z., Wulandari, H. N., Maheswara, G. & Kusumadewi, S., 2012, Fuzzy Inference System dengan Model Tsukamoto sebagai Pemberi Saran Pemilihan Konsentrasi (Studi Kasus: Jurusan Teknik Informatika UII), *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2012*, Yogyakarta, 15-16 Juni 2012.
- [6] Jang, J.-S. R., Sun, C.-T. & Mizutani, E., 1997, *Neuro-Fuzzy and Soft Computing Acomputational Approach to Learning and Machine Intelligence*, Prentice-Hall, New Jersey.
- [7] Puspitarini, E., Kusriani & Lutfi, E.T., 2015, Sistem Penunjang Keputusan Pemberian Kredit Menggunakan Logika Fuzzy, *Prosiding Konferensi Nasional Sistem & Informatika 2015*, Bali, 9 – 10 Oktober 2015
- [8] Wang, L.-X., 1997. *A Course in Fuzzy Systems and Control*, Michigan (Ed), Prentice-Hall, New Jersey.
- [9] Sivanandam, S. N., Sumathi, S. & Deepa, S. N., 2007. *Introduction to Fuzzy Logic Using Matlab*. Heidelberg: Springer-Verlag Berlin.
- [10] Fitrianty, D. A., Wardhani, N. W. S. & Soehono, L. A., 2013. Ketepatan Klasifikasi dengan Analisis Regresi Logistik dan Multivariate Adaptive Regression Splines (Mars) pada Data dengan Peubah Respon Biner. *Jurnal Mahasiswa Statistik*, No. 4, Vol 1., hal 269-272