

FUZZY ID3 DALAM PEMBENTUKAN ATURAN KLASIFIKASI PADA MODEL KEPUTUSAN KREDIT USAHA RAKYAT (KUR)

Suci Ramadani^{1,2}, Muhammad Zarlis¹, Sawaluddin¹

¹ Program Studi S2 Ilmu Komputer Fasilkom-TI, Universitas Sumatera Utara, Indonesia

² STMIK Kaputama, Jl. Veteran No. 4A-9A, Binjai- Sumatera Utara, Indonesia

suci.ramadani23@gmail.com

Abstrak

Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia mencanangkan kredit usaha rakyat (KUR) kepada masyarakat Indonesia sebagai pembiayaan modal kerja dan investasi kepada debitur usaha yang produktif dan layak, namun belum memiliki agunan tambahan. Sebelum menyalurkan dana melalui pembiayaan pada debitur, pihak Bank terlebih dahulu melakukan penilaian debitur (analisis kredit) dengan variabel 5C untuk mengetahui layak atau tidaknya debitur tersebut menerima kredit. Proses penilaian kredit tersebut pada prinsipnya dimaksudkan untuk menganalisis dan menilai prospek calon debitur guna memperoleh indikasi kemungkinan terjadinya default oleh calon debitur. Tujuan pada penelitian ini adalah membangun model dengan menggunakan metode *fuzzy decision tree* yaitu algoritme Fuzzy ID3 dalam membentuk aturan klasifikasi yang kemudian digunakan untuk proses pengambilan keputusan dengan menggunakan *Fuzzy Inference System* Mamdani. Pada penelitian ini juga melakukan pengukuran tingkat akurasi dari hasil model yang terbentuk. Penelitian ini telah berhasil membangun model berdasarkan data 5C dengan menggunakan metode *fuzzy decision tree* dalam membentuk aturan keputusan kredit usaha rakyat. Jumlah aturan klasifikasi yang dihasilkan adalah sebanyak 11 aturan (*rule*) dengan nilai akurasi data uji sebesar 80%. Berdasarkan aturan klasifikasi yang terbentuk dan berdasarkan dari hasil uji toleransi 5C, maka faktor yang paling menentukan seseorang dapat diterima adalah *character dan capacity*.

Kata Kunci : *fuzzy decision tree*, algoritme Fuzzy, ID3

1. PENDAHULUAN

Decision tree secara luas berhasil digunakan dalam *machine learning*. Banyak metode yang digunakan untuk membangun pohon keputusan dalam proses mengumpulkan data. Akan tetapi karena kesalahan pengamatan dan ketidakpastian banyak data dari proses pengumpulan data yang diperoleh dalam *fuzzy* (Liang G, 2005). Data seperti inilah yang menyebabkan perluasan *decision tree* menjadi *fuzzy decision tree* (Yuan & Shaw, 1995). *Fuzzy decision tree* memungkinkan untuk menggunakan nilai-nilai numerik simbol saat mengklasifikasi khusus baru (Marsala, 1998).

Beberapa penelitian yang telah dilakukan yang dipublikasikan dalam jurnal atau karya ilmiah lainnya tentang *fuzzy decision tree*. Antara lain : (Santoso, 2015) pada penelitian ini bagaimana membangun model yang dihasilkan dengan menggunakan *fuzzy decision tree* yakni algoritme Fuzzy ID3 dengan tingkat akurasi sebesar 95.85%, algoritma ini lebih baik dibandingkan dengan *algoritme decision tree* yakni ID3 dengan tingkat akurasi sebesar 93.42%, dalam hal memprediksi keberhasilan studi mahasiswa. (Li, et al.2012) pada peper mereka melakukan penelitian tentang prediksi kebangkrutan sebuah perusahaan berdasarkan faktor kualitatif menggunakan *algoritme Fuzzy ID3*.

Analisa kredit yang dilakukan dengan benar dapat digunakan sebagai penyaringan pertama agar Bank tidak terbelit oleh kredit bermasalah. Bila sisi aktiva neraca Bank diperhatikan dengan cermat, maka akan nampak bahwa bagian terbesar dana operasional setiap Bank adalah jumlah kredit yang diberikan. Hal ini menunjukkan bahwa kredit adalah sumber pendapatan terbesar namun sekaligus merupakan risiko terbesar. Oleh karena itu keberhasilan atau kegagalan Bank dalam mengelola kredit akan sangat berpengaruh terhadap nasib uang milik debitur. Jika analisa kredit kurang tepat, maka pemberian kredit tersebut dapat menyulitkan Bank dan jika presentase kredit bermasalah pada satu Bank cukup tinggi akan dapat mengganggu likuiditas keuangan bank tersebut. Dapat

dilakukan dengan menambah orang, menambah jaringan dan memperbaiki teknologi.

Teknologi yang dapat digunakan untuk menganalisis dan menetapkan debitur KUR adalah dengan menerapkan metode *fuzzy decision tree*. Sehingga penyaluran KUR dapat dilakukan secara tepat dan tidak memerlukan waktu yang lama untuk memprosesnya. Berdasarkan latar belakang ini dilakukan penelitian untuk "Analisis Model Aturan Keputusan Kredit Usaha Rakyat (KUR) Menggunakan Metode *Fuzzy Decision Tree*".

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Fuzzy Decision Tree* (FDT)

Fuzzy decision tree adalah pengembangan dari *algoritme ID3* dengan cara menggabungkan algoritme klasik ID3 dengan teori *fuzzy set* yang efektif untuk mendapatkan pengetahuan pada permasalahan yang tidak pasti. Dalam pohon keputusan, *leaf node* diberikan sebuah label kelas. *Non-terminal Node*, yang terdiri dari *root* dan internal *node* lainnya, mengandung kondisi-kondisi uji atribut untuk memisahkan *record* yang memiliki karakteristik yang berbeda.

Nilai-nilai seperti inilah yang menyebabkan perluasan dari *decision tree* menjadi *fuzzy decision tree* (Yuan & Shaw, 1995). Penggunaan teknik *fuzzy* memungkinkan untuk mengetahui suatu objek yang dimiliki oleh lebih dari satu kelas. Manfaat dari teori himpunan *fuzzy* dalam *decision tree* ialah meningkatkan kemampuan dalam memahami *decision tree* ketika digunakan atribut-atribut kuantitatif. Bahkan, dengan menggunakan teknik *fuzzy* dapat meningkatkan ketahanan saat melakukan klasifikasi kasus-kasus baru (Marsala, 1998).

2.2 *Fuzzy Logic*

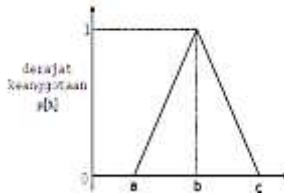
Fuzzy logic pertama kali dikembangkan oleh Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Teori ini banyak diterapkan di berbagai bidang, antara lain representasi pikiran manusia kedalam suatu sistem. Seperti bagaimana suatu sistem dapat mengambil keputusan berdasarkan sikap sosial dari manusia misalnya baik, cukup, kurang sehingga sistem dapat bertindak berdasarkan pemberian nilai dari manusia ke sistem. *Fuzzy logic* merupakan suatu teori himpunan logika yang dikembangkan untuk mengatasi konsep nilai

yang terdapat diantara kebenaran (*truth*) dan kesalahan (*false*).

2.3 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik masukan data ke dalam nilai keanggotaannya (Kusumadewi, 2002). Beberapa fungsi keanggotaan yang umum digunakan adalah kurva segitiga dan kurva trapesium.

1. Representasi Kurva Segitiga (*Triangle*) merupakan gabungan dari dua garis linear seperti terlihat pada Gambar 2.1

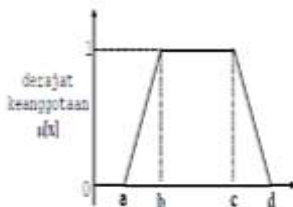


Gambar 2.1 Kurva Segitiga
Sumber (Santoso, 2015)

Fungsi keanggotaan untuk kurva segitiga adalah sebagai berikut :

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

2. Representasi Kurva Trapesium Representasi kurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1 seperti terlihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Kurva Trapesium
Sumber (Santoso, 2015)

Fungsi keanggotaan untuk kurva trapesium adalah sebagai berikut :

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

2.4 Evaluasi Model

Dalam penelitian ini dipilih alat ukur evaluasi berupa *confusion matrix* dengan tujuan untuk mempermudah dalam menganalisis performa algoritme *Fuzzy ID3*, karena *confusion matrix* memberikan informasi dalam bentuk angka sehingga dapat dihitung rasio keberhasilan klasifikasi. Kombinasi precision dan recall merepresentasikan nilai F-measure. Seperti terlihat pada Tabel 2.1 yang menunjukkan tabel confusion matrix untuk analisis model aturan keputusan kredit usaha rakyat (KUR).

Tabel 1 *Confusion Matrix*

		Kelas Prediksi	
		Ya	Tidak
Kelas Sebenarnya	Ya	True Positive (TP)	False Negative (FN)
	Tidak	False Positive (FP)	True Negative (TN)

Keterangan :

1. Presentasi Akurasi : $\frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \times 100\%$
2. Presentasi Precision (P) : $\frac{TP}{TP+FP} \times 100\%$
3. Presentasi Recall (R) : $\frac{TP}{TP+FN} \times 100\%$
4. Presentasi F-Measure (F) : $\frac{2RP}{R+P} \times 100\%$

Keterangan untuk Tabel 2.1 dinyatakan sebagai berikut :

1. True Positive (TP) : jumlah instance kelas positif yang diprediksi benar sebagai kelas positif.
 2. False Positive (FP) : jumlah instance kelas negatif yang diprediksi salah sebagai kelas positif.
 3. True Negative (TN) : jumlah instance kelas negatif yang diprediksi benar sebagai kelas negatif.
- False Negative (FN) : jumlah instance kelas positif yang diprediksi salah sebagai kelas negatif.

2.5 Kreteria Pemberian Kredit

Kreteria pemberian kredit terbagi atas lima kondisi dimana masing-masing kondisi terbagi atas beberapa dimensi dengan indikator-indikator tertentu pada setiap dimensi. Berikut kriteria-kriteria pemberian kredit berdasarkan (Prayetno & Muslihdin, 2013):

Tabel 2 Penentuan Kelayakan Pemberian Kredit

no	kategori	dimensi	indikator	
1	character	dimensi kepribadian	a	penilaian masyarakat sekitar terhadap calon debitur
			b	sikap calon debitur
2	capacity	dimensi lama usaha	a	lama usaha sejak didirikan hingga saat ini
			dimensi catatan usaha	a
		b		rata-rata jumlah pelanggan tetap yang dimiliki.
		c		rata-rata pendapatan setiap bulannya
		d		jumlah pesaing untuk produk sejenis
		e	aset usaha lebih besar dari jumlah pinjaman	
f	jangkauan wilayah			

				pemasaran produk
3	<i>capital</i>		a	jumlah modal usaha selain dari pinjaman
			b	apakah tidak mempunyai hutang ditempat lain.
4	<i>collateral</i>	jaminan	a	hak milik jaminan
			b	besar nilai taksasi jaminan sebanding dengan besarnya pinjaman.
5	<i>condition of economi</i>	lama pinjaman	a	jangka waktu pengembalian pinjaman
			b	apakah tidak ada larangan pemerintah terhadap produk / tempat usaha
				pasang surut harga terhadap kelancaran usaha

Merujuk dari parameter diatas maka ditentukan variabel-variabel yang digunakan untuk penentuan pemberian kredit dengan kategori-kategori sebagai berikut :

1. *Character*

Indikator yang digunakan dalam penentuan penerimaan kredit berdasarkan kategori *character* adalah :

- a. Dimensi Kepribadian
 - 1). Penilaian masyarakat sekitar terhadap calon debitur.
 - a. Baik b. Cukup c. Kurang
 - 2). Sikap calon debitur
 - a. Kooperatif b. Kurang Kooperatif

2. *Capacity*

Indikator yang digunakan dalam penentuan penerimaan kredit berdasarkan kategori *capacity* adalah :

- a. Dimensi Lama Usaha
 - 1). Lama usaha sejak didirikan hingga saat ini : a. > 2 Tahun b. 2 Tahun c. < 2 Tahun
- b. Dimensi Catatan Usaha
 - 2). Memiliki catatan-catatan usaha (catatan hutang piutang, pembelian, persediaan, dll)
 - a. Ya b. Tidak
 - 3) Rata-rata jumlah pelanggan tetap yang dimiliki.
 - a. > 100 b. 50-100 c. < 50
 - 4) Rata-rata pendapatan setiap bulannya
 - a. > 3 Juta c. 1-2 Juta
 - b. 2-3 Juta d. < 1 Juta
 - 5) Jumlah pesaing untuk produk sejenis : a. Tidak Ada c. Banyak
 - b. Cukup Banyak d. Sangat Banyak
 - 6) Aset usaha lebih besar dari jumlah pinjaman
 - a. > Jumlah pinjaman
 - b. = Jumlah pinjaman
 - c. < Jumlah pinjaman

7) Jangkauan wilayah pemasaran produk : a. Ekspor b. Regional c. Lokal

3. *Capital*

Indikator yang digunakan dalam penentuan penerimaan kredit berdasarkan kategori *capital* adalah :

- a. Jumlah modal usaha selain dari pinjaman : a. > 30 % b. = 30 %
- b. Apakah tidak memiliki hutang ditempat lain : a. Tidak b. Ya

4. *Collateral*

Indikator yang digunakan dalam penentuan penerimaan kredit berdasarkan kategori *collateral* adalah :

- a. Dimensi Jaminan :
 - 1) Hak milik jaminan
 - a. Hak milik sendiri
 - b. Hak milik bersama
 - 2) Besarnya taksasi nilai jaminan yang diberikan
 - a. > jumlah pinjaman
 - b. = jumlah pinjaman
 - c. < jumlah pinjaman
- b) Dimensi Lama Pinjaman :
 - 1) Jangka waktu pengembalian pinjaman
 - a. < 1 Tahun c. > 3 Tahun
 - b. 1-3 Tahun

5. *Condition of Economi*

Indikator yang digunakan dalam penentuan penerimaan kredit berdasarkan kategori *condition of economi* adalah :

- a. Apakah tidak ada larangan pemerintah terhadap produk dan tempat usaha :
 - a. Tidak ada b. ada
- b. Pasang surut harga terhadap kelancaran usaha : a. Tidak terpengaruh b. terpengaruh c. Sangat terpengaruh

2.6 Kredit Usaha Rakyat (KUR)

Kredit Usaha Rakyat (KUR) adalah skema kredit atau pembiayaan modal kerja dan investasi yang khusus diperuntukkan bagi. Usaha Mikro Kecil Menengah dan Koperasi (UMKMK) di bidang usaha produktif dan layak (*feasible*), namun mempunyai keterbatasan dalam pemenuhan persyaratan yang ditetapkan Perbankan (belum *bankable*). Penerima Kredit usaha rakyat (KUR) adalah individu atau perseorangan atau badan hukum yang melakukan usaha produktif. Tujuan Kredit usaha rakyat (KUR) adalah meningkatkan dan memperluas penyaluran KUR kepada usaha produktif.

2.7 Metode 5C

Metode 5C adalah salah satu metode yang digunakan untuk melakukan analisa kredit atau menentukan layak tidaknya calon nasabah mendapatkan kredit berdasarkan 5 variabel (Wahyono & Cahyono, 2014). *Character* merupakan sifat dari calon nasabah yang penilaiannya dilakukan oleh *surveyor*.

- 1. *Capital* merupakan modal atau kepemilikan barang berharga yang dimiliki oleh calon nasabah yang menunjukkan kemampuan ekonomi mereka.
- 2. *Collateral* merupakan penilaian terhadap jaminan yang diberikan calon nasabah kepada koperasi.
- 3. *Capacity* merupakan kemampuan calon nasabah dalam memenuhi kewajiban terhadap koperasi.

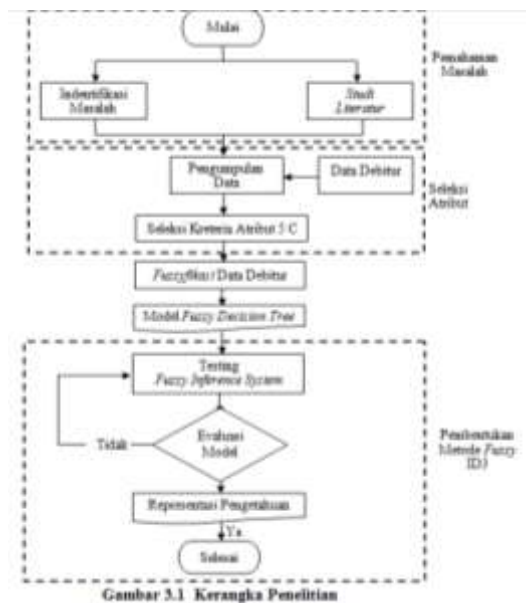
4. *Conditions* menjelaskan segala kondisi yang dimiliki oleh calon nasabah, baik latar belakang maupun kondisi keluarga.



Gambar 2.3 Analisis 5 C
Sumber (Wahyono & Cahyono, 2014)

3. METODE PENELITIAN

3.1 Kerangka Penelitian



Gambar 3.1 Kerangka Penelitian

3.2 Identifikasi Masalah

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis model aturan keputusan Kredit Usaha Rakyat (KUR) kepada calon debitur. Selama ini prosedur yang berjalan di Bank BRI adalah :

1. Calon debitur datang ke Bank BRI kemudian menyerahkan persyaratan ke bagian *customer service*. Adapun persyaratan kredit yaitu:
 - 1) KTP suami dan istri
 - 2) Kartu keluarga
 - 3) Surat Keterangan Usaha
 - 4) Pas Foto 3 x 4 (1 lembar) warna suami dan istri
2. Bagian *customer service* mengecek kelengkapan persyaratan kredit, kemudian menyerahkannya ke bagian analisis kredit (Mantri).
3. Kemudian bagian analisis kredit (Mantri) mengecek berkas di BI *checking* dan BRI *checking* untuk mengetahui apakah calon debitur ada atau tidak pinjaman bermasalah di Bank lain.
4. Bagian analisis kredit (Mantri) melakukan *survey* ke rumah atau tempat usaha calon debitur. Berdasarkan *survey* tersebut di buat laporan analisis kredit.
5. Laporan analisis kredit di serahkan kepada kepala unit untuk dilakukan pengecekan kelengkapan laporan dan evaluasi.

6. Kepala unit mengambil keputusan, atas permohonan kredit disetujui atau ditolak.
7. Laporan kredit diberikan kepada analisis kredit (Mantri) untuk diproses lebih lanjut.

3.3 Seleksi Kreteria Atribut 5C

Berdasarkan data yang diperoleh, diketahui variabel yang akan diamati adalah sebagai berikut: Syarat 5C :

1. *Character*, bagaimana karakter debitur
2. *Capacity*, mengukur tingkat kemampuan membayar dari hasil usaha
3. *Capital*, kemampuan modal yang dimiliki debitur
4. *Collateral*, jaminan yang dimiliki untuk menutupi resiko kredit
5. *Condition*, kondisi ekonomi saat ini yang mempengaruhi usaha debitur

Kreteria atribut dari syarat 5C tersebut diseleksi, karena tidak semua atribut 5C memiliki variabel linguistik. Adapun atribut yang memiliki variabel linguistik adalah :

1. *Capacity* yaitu dimensi lama usaha dan dimensi catatan usaha (Rata-rata jumlah pelanggan tetap yang dimiliki dan rata-rata jumlah pendapatan tetap yang dimiliki)
2. *Capital* yaitu jumlah modal usaha selain dari pinjaman
3. *Coreteral* yaitu dimensi lama usaha tentang jangka waktu pengambilan pinjaman.

3.4 Fuzzyfikasi

1. Capacity

a. Dimensi Lama Usaha

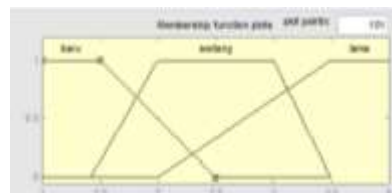
Atribut *capacity* tentang dimensi lama usaha di kelompokkan atau *linguistic term*, yaitu lama (> 2 tahun), sedang (2 tahun), dan baru (> 2 tahun). Dari pembagian itu dapat ditentukan *membership function* dari himpunan fuzzy lama, sedang, dan baru untuk atribut *capacity* dimensi lama usaha secara terpisah yaitu :

$$\mu_{\text{baru}}(x) = \begin{cases} 1; & x < 2 \\ \frac{x-2,5}{-0,5}; & 2 \leq x < 2,5 \\ 0; & x \geq 2,5 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{sedang}}(x) = \begin{cases} 0; & x < 1,5 \\ \frac{x-1,5}{1}; & 1,5 \leq x < 2 \\ 1; & 2 \leq x < 3 \\ \frac{x-3,5}{-0,5}; & 3 \leq x < 3,5 \\ 0; & x \geq 3,5 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{lama}}(x) = \begin{cases} 0; & x < 2 \\ \frac{x-2}{1,5}; & 2 \leq x < 3,5 \\ 1; & x \geq 3,5 \end{cases}$$

Himpunan fuzzy untuk setiap *linguistic term* menggunakan kurva dengan bentuk trapesium seperti pada Gambar 3.2 di bawah ini :



Gambar 3.2 Lama Usaha Sejak Didirikan

b. Dimensi Catatan Usaha

1. Rata-Rata Jumlah Pelanggan Tetap yang dimiliki :

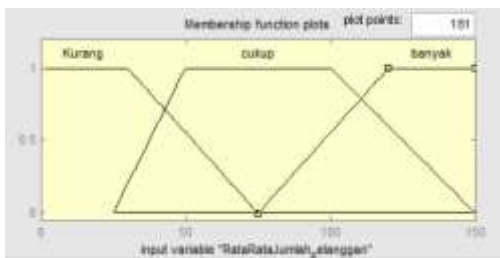
Atribut *capacity* dimensi catatan usaha tentang rata-rata jumlah pelanggan tetap yang dimiliki dikelompokkan atau *linguistic term*, yaitu banyak (> 100), cukup (50-100), dan kurang (<50). Dari pembagian itu dapat ditentukan *membership function* dari himpunan *fuzzy* banyak, cukup, dan kurang untuk atribut *capacity* dimensi catatan usaha rata-rata jumlah pelanggan tetap yang dimiliki secara terpisah yaitu :

$$\mu_{\text{kurang}}(x) = \begin{cases} 1; x < 50 \\ \frac{x-75}{-25}; 50 \leq x < 75 \\ 0; x \geq 75 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{cukup}}(x) = \begin{cases} 0; x < 50 \\ \frac{x-25}{25}; 25 \leq x < 50 \\ 1; 50 \leq x < 100 \\ \frac{x-150}{-50}; 100 \leq x < 150 \\ 0; x \geq 150 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{banyak}}(x) = \begin{cases} 0; x < 75 \\ \frac{x-75}{25}; 75 \leq x < 100 \\ 1; x \geq 150 \end{cases}$$

Himpunan *fuzzy* untuk setiap *linguistic term* menggunakan kurva dengan bentuk trapesium seperti pada Gambar 3.3 di bawah ini :



2. Rata-Rata Jumlah Pendapatan Tetap yang dimiliki :

Atribut *capacity* dimensi catatan usaha tentang rata-rata jumlah pendapatan tetap yang dimiliki dikelompokkan atau *linguistic term*, yaitu sangat banyak (3 juta), banyak (2-3 juta), cukup (1-2 juta), dan kurang (< 1 juta). Dari pembagian itu dapat ditentukan *membership function* dari himpunan *fuzzy* sangat banyak, banyak, cukup, dan kurang untuk atribut *capacity* dimensi catatan usaha rata-rata jumlah pelanggan tetap yang dimiliki secara terpisah yaitu :

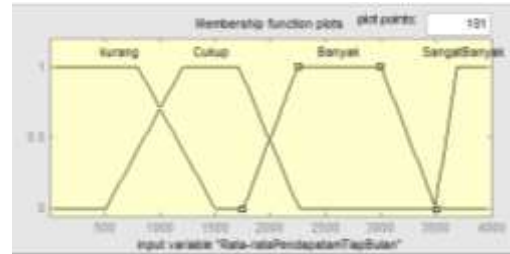
$$\mu_{\text{kurang}}(x) = \begin{cases} 1; x < 500.000 \\ \frac{x-1.500.000}{-1.000.000}; 500.000 \leq x < 1.500.000 \\ 0; x \geq 1.500.000 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{cukup}}(x) = \begin{cases} 0; x < 500.000 \\ \frac{x-500.000}{500.000}; 500.000 \leq x < 1.000.000 \\ 1; 1.000.000 \leq x < 2.000.000 \\ \frac{x-2.250.000}{-250.000}; 2.000.000 \leq x < 2.250.000 \\ 0; x \geq 2.250.000 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{banyak}}(x) = \begin{cases} 0; x < 1.750.000 \\ \frac{x-1.750.000}{500.000}; 1.750.000 \leq x < 2.250.000 \\ 1; 2.250.000 \leq x < 3.000.000 \\ \frac{x-3.500.000}{-500.000}; 3.000.000 \leq x < 3.500.000 \\ 0; x \geq 3.500.000 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{sangat banyak}}(x) = \begin{cases} 0; x < 3.000.000 \\ \frac{x-3.000.000}{1.000.000}; 3.000.000 \leq x < 4.000.000 \\ 1; x \geq 4.000.000 \end{cases}$$

Himpunan *fuzzy* untuk setiap *linguistic term* menggunakan kurva dengan bentuk trapesium seperti pada Gambar 3.4 di bawah ini :



Gambar 3.4 Rata-Rata Pendapatan Setiap Bulannya

2. *Capital*

Atribut *capital* tentang jumlah modal usaha selain dari pinjaman dikelompokkan atau *linguistic term*, yaitu banyak (> 30%), sedikit (=30%). Dari pembagian itu dapat ditentukan *membership function* dari himpunan *fuzzy* banyak dan sedikit untuk atribut *capital* jumlah modal usaha selain dari pinjaman secara terpisah yaitu :

$$\mu_{\text{sedikit}}(x) = \begin{cases} 0; x < 25 \\ \frac{x-25}{5}; 25 \leq x < 30 \\ \frac{x-35}{-5}; 30 \leq x < 35 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{banyak}}(x) = \begin{cases} 0; x < 30 \\ \frac{x-30}{10}; 30 \leq x < 40 \end{cases}$$

Himpunan *fuzzy* untuk setiap *linguistic term* menggunakan kurva dengan bentuk trapesium seperti pada Gambar 3.5 di bawah ini :



Gambar 3.5 Jumlah Modal Usaha Selain Dari Pinjaman

3. *Collateral*

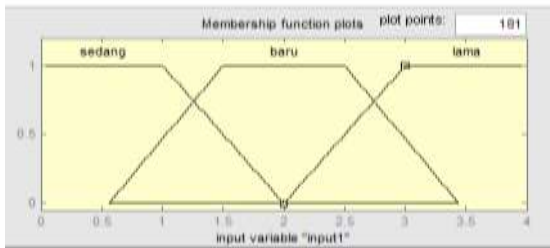
Atribut *collateral* dimensi lama usaha tentang jangka waktu pengembalian pinjaman dikelompokkan atau *linguistic term*, yaitu lama (< 1 tahun), sedang (1-3 tahun), baru (> 3 tahun). Dari pembagian itu dapat ditentukan *membership function* dari himpunan *fuzzy* banyak dan sedikit untuk atribut *collateral* dimensi lama usaha tentang jangka waktu pengembalian pinjaman secara terpisah yaitu :

$$\mu_{\text{baru}}(x) = \begin{cases} 1; x < 1 \\ \frac{x-2}{-1}; 1 \leq x < 2 \\ 0; x \geq 2 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{sedang}}(x) = \begin{cases} 0; x < 0,5 \\ \frac{x - 0,5}{0,5}; 0,5 \leq x < 1,5 \\ 1; 1,5 \leq x < 2,5 \\ \frac{x - 3,5}{-1}; 2,5 \leq x < 3,5 \\ 0; x \geq 3,5 \end{cases}$$

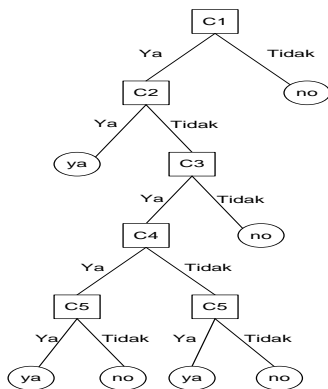
$$\mu_{\text{lama}}(x) = \begin{cases} 0; x < 2 \\ \frac{x - 2}{1}; 2 \leq x < 3 \\ 1; x \geq 3 \end{cases}$$

Himpunan *fuzzy* untuk setiap *linguistic term* menggunakan kurva dengan bentuk trapesium seperti pada Gambar 3.6 di bawah ini :



1.1 Pembentukan Model Fuzzy Decision Tree

Langkah-langkah pada metode *fuzzy decision tree* dalam pembentukan model klasifikasi calon debitur penerima Kredit Usaha Rakyat (KUR) adalah dengan membangun *fuzzy decision tree* dengan algoritme *Fuzzy ID3* seperti pada Gambar 3.7 di bawah ini :



Gambar 3.7 Fuzzy Decision Tree

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Fuzzyfikasi

Pada penelitian ini range nilai dari setiap atribut didapatkan dari *interview* kepada pihak Bank . Adapun hasil dari proses *fuzzyfikasi* untuk setiap atribut 5C dapat dilihat pada Tabel 4.1 s/d Tabel 4.5 sebagai berikut :

1. Capacity

a. Dimensi Lama Usaha

Adapun Tabel dimensi lama usaha yang di *fuzzyfikasi* adalah :

Tabel 3 Contoh Hasil *Fuzzyfikasi* Atribut *Capacity* Dimensi Lama Usaha

No	Dimensi Lama Usaha	Lama	Sedang	Baru	Class
1	2.5 Tahun	0.3	1	0	1
2	3.5 Tahun	1	0	0	1
3	2 Tahun	0	1	1	1
4	1 Tahun	0	0	1	2
5	2.7 Tahun	0	1	0.46	1

Keterangan: 1 = Ya; 2 = Tidak

b. Dimensi Catatan Usaha

1. Rata-rata jumlah pelanggan tetap yang dimiliki .Adapun Tabel Rata-rata jumlah pelanggan tetap yang dimiliki yang di *fuzzyfikasi* adalah :

Tabel 4 Contoh Hasil *Fuzzyfikasi* Atribut *Capacity* Dimensi Catatan Usaha

No	Rata-Rata Jumlah Pelanggan Tetap yang dimiliki	Banyak	Cukup	Kurang	Class
1	60	0	1	0,6	1
2	90	0,6	1	0	1
3	75	0	0	1	1
4	30	0	1	0	2
5	120	1	0	0	1

Keterangan: 1 = Ya; 2 = Tidak

2. Rata-rata jumlah pendapatan setiap bulannya. Adapun Tabel Rata-rata jumlah pendapatan tetap yang dimiliki yang di *fuzzyfikasi* adalah :

Tabel 5 Contoh Hasil *Fuzzyfikasi* Atribut *Capacity* Dimensi Catatan Usaha

No	Rata-Rata Jumlah Pendapatan Setiap Bulannya	Sangat Banyak	Banyak	Cukup	Kurang	Class
1	Rp 2.700.000,-	0	1	0	0	1
2	Rp 4.000.000,-	1	0	0	0	1
3	Rp 3.500.000,-	0.5	1	0	0	1
4	Rp 1.300.000,-	0	0	1	0.5	2
5	Rp 5.000.000,-	1	0	0	0	1

Keterangan: 1 = Ya; 2 = Tidak

2. Capital

Adapun Tabel *capital* dari tentang jumlah modal usaha yang di *fuzzyfikasi* adalah :

Tabel 6 Contoh Hasil *Fuzzyfikasi* Atribut *Capital*

No	Jumlah Modal Usaha	Banyak	Sedikit	Class
1	35%	0.5	0	1
2	40%	1	0	1
3	37%	0.7	0	1
4	32%	0.2	0.6	2
5	50%	1	0	1

Keterangan: 1 = Ya; 2 = Tidak

3. Coleteral

Adapun Tabel *Coleteral* dari tentang jangka waktu pengembalian pinjaman yang di *fuzzyfikasi* adalah :

Tabel 7 Contoh Hasil *Fuzzyfikasi* Atribut *Coleteral*

No	Jangka Waktu Pengembalian Pinjaman	Lama	Sedang	Baru	Class
1	1,5 Tahun	0	1	0,5	1
2	2 Tahun	0	1	0	1
3	2.3 Tahun	0,3	1	0	1
4	3,5 Tahun	1	0,5	0	2
5	0.7 Tahun	0	0,4	1	1

Keterangan : 1 = Ya; 2 = Tidak

4.2 Model Aturan *Klasifikasi Fuzzy Decision Tree*

Berdasarkan langkah-langkah algoritem *Fuzzy Decision Tree* dalam Bab 3, diperoleh sebuah model yang terdiri atas 11 aturan dengan menggunakan *tranning set*. Model atau aturan klasifikasi yang diperoleh :

1. IF *Character* Ya *Capacity* Ya *Capital* Ya *Colleteral* Ya *Conditional* Tidak Maka YA
2. IF *Character* Ya *Capacity* Ya *Capital* Ya *Colleteral* Tidak *Conditional* Ya Maka YA
3. IF *Character* Ya *Capacity* Ya *Capital* Tidak *Colleteral* Ya *Conditional* Ya Maka YA
4. IF *Character* Ya *Capacity* Tidak *Capital* Ya *Colleteral* Ya *Conditional* Ya Maka YA
5. IF *Character* Tidak *Capacity* Ya *Capital* Ya *Colleteral* Ya *Conditional* Ya Maka TIDAK
6. IF *Character* Ya *Capacity* Tidak *Capital* Ya *Colleteral* Tidak *Conditional* Tidak Maka TIDAK
7. IF *Character* Tidak *Capacity* Ya *Capital* Tidak *Colleteral* Ya *Conditional* Ya Maka TIDAK
8. IF *Character* Ya *Capacity* Tidak *Capital* Tidak *Colleteral* Ya *Conditional* Ya Maka TIDAK
9. IF *Character* Ya *Capacity* Tidak *Capital* Ya *Colleteral* Ya *Conditional* Tidak Maka TIDAK
10. IF *Character* Tidak *Capacity* Ya *Capital* Ya *Colleteral* Tidak *Conditional* Ya Maka TIDAK
11. IF *Character* Tidak *Capacity* Ya *Capital* Ya *Colleteral* Ya *Conditional* Tidak Maka TIDAK

Adapun contoh hasil dari Model Aturan *Klasifikasi Fuzzy Decision Tree* dapat dilihat pada Tabel 4.6 sebagai berikut :

Tabel 8 Model Aturan *Klasifikasi Fuzzy Decision*

No	Nama	C1	C2	C3	C4	C5	Prediksi	Hasil
1	Suhariyanto	Ya	Ya	Tidak	Tidak	Ya	Ya	Ya
2	Herman, A.Md.Kom	Ya	Ya	Ya	Tidak	Ya	Ya	Ya
3	Widodo Syahputra	Ya	Ya	Ya	Tidak	Ya	Ya	Ya
4	Pajar	Ya	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Ya	Ya
5	Wagianti	Ya	Tidak	Tidak	Tidak	Ya	Ya	Ya
6	Budi Handoko	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya
7	Didin Amudin	Ya	Ya	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Ya
8	Sri Ramadani	Ya	Ya	Tidak	Tidak	Ya	Ya	Ya
9	Vera Ardianti	Ya	Ya	Ya	Ya	Tidak	Ya	Ya
10	Surya	Ya	Ya	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Ya
11	Hermasnya h	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Ya	Tidak	Tidak
12	Anum Muniarti	Tidak	Ya	Ya	Tidak	Ya	Tidak	Tidak
13	Suri Fadilah	Ya	Tidak	Ya	Ya	Tidak	Tidak	Tidak
14	Muniarti	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
15	Sarifudin	Tidak	Ya	Tidak	Tidak	Ya	Tidak	Tidak
16	Arianto	Tidak	Ya	Ya	Ya	Tidak	Ya	Tidak
17	Susi Ramadani	Ya	Ya	Ya	Tidak	Ya	Ya	Ya
18	Agus Ardiansyah	Ya	Tidak	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya
19	Lukman Hakim	Ya	Ya	Tidak	Tidak	Ya	Ya	Ya
20	Endang Syahputra	Tidak	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya	Tidak
21	Erna	Ya	Tidak	Ya	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
22	Heni Pujiati	Ya	Tidak	Tidak	Ya	Ya	Ya	Tidak
23	Siti Azahra	Ya	Ya	Ya	Tidak	Ya	Ya	Ya
24	Aditiya	Ya	Ya	Tidak	Ya	Ya	Ya	Ya
25	Sumarni	Ya	Ya	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Ya

4.3 Evaluasi Model

Adapun dalam pemilihan 5C adalah :

Tabel 9 Evaluasi Model

No	Nama	C1	C2	C3	C4	C5	Hasil
1	Jhoni Malau	Ya	Ya	Ya	Tidak	Ya	Ya
2	Mispani Purba	Ya	Ya	Ya	Tidak	Ya	Ya
3	Adi	Ya	Ya	Ya	Ya	Tidak	Ya
4	Mansyah Putra Lubis	Ya	Ya	Tidak	Tidak	Ya	Ya
5	Faisal Hidayat	Tidak	Ya	Ya	Tidak	Ya	Tidak

Dalam penelitian ini dipilih alat ukur evaluasi berupa *confusion matrix* dengan tujuan untuk mempermudah dalam menganalisis performa *algoritme Fuzzy ID3*, karena *confusion matrix* memberikan informasi dalam bentuk angka sehingga dapat dihitung rasio keberhasilan klasifikasi. *Confusion matrix* digunakan sebagai dasar dari variasi ukuran penilaian seperti akurasi. Seperti terlihat pada Tabel 4.8 yang menunjukkan tabel *confusion matrix* untuk memprediksi keputusan kredit usaha rakyat.

Tabel 10 *Confusion Matrix* untuk Analisis Model Aturan Keputusan Kredit Usaha Rakyat (KUR)

Kelas Prediksi		Ya	Tidak	Total
Kelas Sebenarnya	Ya	14	2	16
	Tidak	3	6	9
Total		17	8	25

4.4 Hasil dan Analisis

Analisis yang dilakukan terhadap keputusan KUR yang memiliki hubungan dengan 5C analisis menggunakan metode *Fuzzy Decision Tree* yang digunakan untuk model klasifikasi. Model yang paling bagus dari hasil pembentukan aturan klasifikasi yang dihasilkan menggunakan *algoritme Fuzzy ID3* digunakan untuk memprediksi apakah debitur diterima atau tidaknya untuk menerima kredit usaha rakyat dengan menggunakan *Fuzzy Inference System Mamdani*. Adapun presentasi akurasi adalah sebagai berikut :

$$\text{Presentasi Akurasi} : \frac{14+16}{14+2+3+6} = \frac{20}{25} \times 100\% = 80\%$$

Rata –Rata : 80 %

Keterangan dari presentasi akurasi :

- Ada diterima system ya = 2, seharusnya tidak
- Ada diterima system tidak = 3, seharusnya ya

Maka hasil rata-rata akurasi analisis ini adalah 80 %. Hasil ini cukup baik mengingat bahwa input yang digunakan sebagai penentuan kredit usaha rakyat variabel 5C. Selama ini penentuan variabel 5C hanya berdasarkan penilaian objektif dari petugas mantri Bank.

5.KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini telah berhasil membangun model berdasarkan data 5C dengan menggunakan metode *fuzzy decision tree* dalam membentuk aturan keputusan kredit usaha rakyat. Jumlah aturan klasifikasi yang dihasilkan adalah sebanyak 11 aturan (rule) pada saat nilai dengan nilai akurasi data uji sebesar akurasi 80% . Berdasarkan aturan klasifikasi yang terbentuk dan berdasarkan dari hasil uji kolerasi 5C, maka faktor yang paling menentukan seseorang dapat diterima adalah *character dan capacity*. Hal ini berarti bahwa, dengan menggunakan pendekatan *fuzzy* yakni dengan menggunakan *fuzzy decision tree* dalam membentuk sebuah pohon keputusan. Analisa Kredit 5C (*character, capital, condition, collateral dan capacity*) digunakan sebagai basis metode analisa untuk menentukan kelayakan pengajuan kredit.

5.2 Saran

Pada penelitian selanjutnya proses pementukan decision tree dapat menggunakan *Genetic Algorithm* untuk mengoptimumkan *fuzzy decision tree (FDT)* sehingga diperoleh *genetically optimized fuzzy decision tree (G-FDT)* dalam model aturan keputusan kredit usaha rakyat sebagai upaya untuk meningkatkan akurasi dari model yang diperoleh. Saran untuk Bank dari hasil model prediksi pada penelitian ini dapat digunakan dan memberikan kemudahan kepada pihak Bank dalam mengambil keputusan penyaluran Kredit Usaha Rakyat (KUR). Sehingga penyaluran akan lebih tepat kepada calon debitur.

DAFTAR PUSTAKA

Alpaydin E. 2004. *Introduction to machine learning*. Cambridge (MA): The MIT Press.

Angga Yuniar. 2015 Ini Target Penyaluran KUR BRI di 2016. *Bisnis Liputan6.com.htm*, 10 September 2015 (Diakses 10 Juni 2016).

Heri Bambang Santoso. 2015. *Pembangkit Aturan Pada Fuzzy Inference System Menggunakan Fuzzy Decision Tree Untuk Memprediksi Keberhasilan Studi Mahasiswa (Studi Kasus : Institut Bisnis Dan Informatika Kwik Kian Gie)*. Institut Pertanian Bogor.

Gelley, Ned dan Roger Jang. 2000. *Fuzzy Logic Toolbox*. USA : Mathwork. Inc.

Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian . 2016. Program Kredit Usaha Rakyat. www.ekon.go.id. Pdf (11 Juni 2016).

Kusumadewi S. 2002. *Analisis dan Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Toolbox Matlab*. Yogyakarta (ID): Graha Ilmu.

Kusumadewi S. 2003. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta (ID): Graha Ilmu.

Liang G. 2005. *A Comparative Study of Three Decision Tree algorithms: ID3, Fuzzy ID3 and Probabilistic Fuzzy ID3*. *Informatics & Economics Erasmus University Rotterdam. Rotterdam, the Netherlands*.

Li Y , Jiang D , Li F. 2012. *The Application of generating fuzzy ID3 algorithm in performance evaluation*. *Procedia Engineering*. 29: 229-234.

Marsala C. 1998. *Application of Fuzzy Rule Induction to Data Mining*. France (FX): University Pierre et Marie Curie.

Marimin. 2002. *Teori dan Aplikasi Sistem Pakar dalam Teknologi Manajerial*. Bogor (ID): IPB Press

Prayetno & Muslihudin, 2012 (Editor) *Model Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Kelayakan Pemberian Kredit*. *Jurnal Sarjana Teknik Informatika*. e-ISSN : 2338-5197.

Siler W & Buckley JJ. 2005. *Fuzzy Expert System and Fuzzy Reasoning*. Birmingham (US): Wiley-Interscience.

Sutanto & Noengky Anastasia Onik Djohan. 2005. *Analisis penilaian kelayakan pemberian kredit : studi kasus pada bank rakyat indonesia unit maguwoharjo kantor cabang sleman yogyakarta*, Skripsi SI, Yogyakarta: Universitas Admad Dahlan.

Wahyono T & Cahyono A D. 2014. *Analisis Desain Sistem Pendukung Keputusan Permohonan Kredit Dengan Penerapan Analisa Kredit5C Dan Pendekatan Komputasional*. *Seminar Nasional Ilmu Komputer Universitas Diponegoro*.

Tsang S, Kao B, Yip K, Ho WS, Lee SD, 2009. *Decision trees for uncertain data*. *Data Engineering*, 2009.

- ICDE '09. IEEE 25th *International Conference on*, 2009, pp. 441–444..
- Umik Hamik. 2011. *Fuzzy Decision Tree* dengan Algoritme C4.5 pada Data Dabetes Indian Prima . *Internet Working Indonesia Journal*.
- Yadav SK, Pal IS. 2012. *Data Mining: A Prediction for Performance Improvement of Engineering Students using Classification*. *World of Computer Science and Information Technology Journal*. 2(2) : 51-56.
- Yue Jiao, Yu-Ru Syau & E. Stanley Lee. 2005. *Modelling Credit Rating by Fuzzy Adaptive Network*. *Internasional Journal of Mathematical and Computer Modelling* 45(2007) 717-731.
- Y. Yuan dan Shaw M J. 1995. *Induction of fuzzy decision tree*, *Fuzzy Sets and System* Vol. 69.