

KLASIFIKASI KESEHATAN BANK MENGGUNAKAN SISTEM FUZZY SUGENO ORDER NOL YANG DIIMPLEMENTASIKAN DENGAN GRAPHICAL USER INTERFACE (GUI)

THE BANK PERFORMANCE CLASSIFICATION USING A ZERO-ORDER SUGENO FUZZY SYSTEM IMPLEMENTED WITH GRAPHICAL USER INTERFACE (GUI)

Oleh: Rani Mita Sari¹⁾, Agus Maman Abadi²⁾

Program Studi Matematika, Jurusan Pendidikan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta
rani.mitasari@yahoo.co.id¹⁾, agusmaman@uny.ac.id²⁾

Abstrak

Perbankan merupakan jantung perekonomian negara yang mempengaruhi berbagai aspek kehidupan. Oleh karena itu, diperlukan penilaian tingkat kesehatan bank sebagai refleksi dari kondisi perbankan tersebut. Penilaian tingkat kesehatan bank diukur dengan faktor *Risk Profile*, *Good Corporate Governance*, *Earning*, dan *Capital* (RGEC). Sistem *fuzzy* Sugeno order nol dengan tingkat keakurasian sangat tinggi dapat digunakan untuk menilai kesehatan bank. Penelitian ini bertujuan membentuk dan mengetahui keakuratan sistem *fuzzy* Sugeno order nol dalam penilaian tingkat kesehatan bank di Indonesia. Proses pertama adalah menentukan hasil penilaian tingkat kesehatan bank dengan menggunakan metode RGEC. Ada sebanyak enam rasio dalam metode RGEC yang digunakan. Data yang digunakan sejumlah 109 bank dengan periode waktu 3 tahun. Bank yang digunakan sebagai data *training* sebanyak 87 bank dan 22 bank sebagai data *testing*. Berdasarkan peraturan Bank Indonesia variabel *output* dapat diklasifikasikan menjadi 5 himpunan *fuzzy*. Proses inferensi *fuzzy* dengan metode Sugeno order nol dan metode *weight average* pada proses defuzzifikasi. Sistem *fuzzy* yang telah terbentuk kemudian diimplementasikan dengan Graphical User Interface (GUI). Tingkat keakuratan sistem *fuzzy* menggunakan metode Sugeno order nol dengan defuzzifikasi *weight average* pada data *training* tahun 2011, 2012, dan 2013 secara berturut-turut adalah 95,4%, 97,7% dan 95,4%. Sedangkan keakuratan sistem *fuzzy* pada data *testing* tahun 2011, 2012, dan 2013 adalah 100%. Hasil akurasi yang tinggi tersebut menunjukkan bahwa sistem *fuzzy* Sugeno orde nol baik digunakan sebagai penilaian kesehatan bank.

Kata kunci: kesehatan bank, *Graphical User Interface*, RGEC, sistem *fuzzy*

Abstract

The banking industry is a vital economic matter in a country influencing many kinds of life aspects. Accordingly, it is needed to have the level assessment of bank performance as the reflection of those banks condition. The level assessment of bank performance is measured by using several factors i.e. *Risk Profile*, *Good Corporate Governance*, *Earning*, dan *Capital* (RGEC). The zero-order Sugeno fuzzy system with the very high accuration level can be used to assess bank's performance. This research is aimed to form system and to know the accuration system of zero-order Sugeno fuzzy system in bank performance level in Indonesia. The first prosses is by deciding the assessment result of bank performance level using the RGEC method. There are six ratios in the RGEC that used in this research. The data that are used is collected from 109 banks in three years. There are 87 banks that are used as training data and 27 banks as testing data. Based on the regulation of Bank Indonesia, output variable can be classified into five fuzzy set. The fuzzy inference prosses uses zero-order Sugeno method and the defuzzification method uses weight average. The fuzzy system that has been formed is implemented using Graphical User Interface (GUI). The accuration level of fuzzy system using zero-order Sugeno method with the fuzzification weight average in the training data in the years of 2011, 2012, and 2013 is respectively 95,4%, 97,7% dan 95,4%. Meanwhile, the accuration of fuzzy system in the testing data in the years of 2011, 2012, and 2013 is 100%. The high accuration result shows that zero-order Sugeno fuzzy system can be used as the assessment of bank performance.

Keywords: bank performance, *Graphical User Interface*, RGEC, fuzzy system.

PENDAHULUAN

Pengertian bank menurut pasal 1 Undang-Undang Perbankan No.10 Tahun 1998 adalah badan usaha yang menghimpun dana dari

masyarakat dalam bentuk simpanan dan menyalurkannya kepada masyarakat dalam bentuk kredit dan bentuk lainnya dalam rangka meningkatkan taraf hidup rakyat banyak. Bank adalah lembaga perantara keuangan yang dalam

melaksanakan kegiatan usahanya bergantung pada dana dan kepercayaan publik (Hilman, 2014: 1).

Peran perbankan dalam memajukan perekonomian suatu negara sangatlah besar. Jika terdapat gangguan terhadap sektor perbankan dapat berdampak besar pula pada pertumbuhan ekonomi negara. Hal tersebut menjelaskan bahwa keberadaan bank dan mengetahui kondisi kesehatan perbankan sangat dibutuhkan bagi pemerintah, masyarakat dan bank itu sendiri. Kesehatan bank adalah refleksi dari kondisi dan kinerja bank sekaligus sebagai pengawasan terhadap bank oleh Bank Indonesia.

Berdasarkan peraturan Bank Indonesia No. 13/1/PBI/2011, penilaian tingkat kesehatan bank umum dapat dilakukan melalui penilaian terhadap empat faktor yaitu *Risk Profile* (profil risiko), *Good Corporate Governance*, *Earning* (rentabilitas), dan *Capital* (permodalan) yang selanjutnya disebut dengan metode RGEC. Pada penelitian ini faktor *Good Corporate Governance* tidak diteliti dikarenakan merupakan faktor kualitatif sehingga data sulit didapatkan.

Beberapa penelitian mengenai kesehatan bank yang telah dilakukan diantaranya penelitian oleh Nadia Iffatul Ulya (2014) menggunakan metode RGEC dengan uji Man-Whitney untuk membandingkan 15 bank konvensional dan syariah menghasilkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara kesehatan bank syariah dan kesehatan bank konvensional.

Uddin dan Bristy (2014) menggunakan metode koefisien korelasi kuadrat (r^2) untuk menganalisa lima bank komersial di Bangladesh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Mercantile merupakan bank terbaik dalam hal konsistensi pertumbuhannya. Selanjutnya, Shen dan Tzeng (2014) menggunakan metode DRSA (*dominance-based rough set approach*) dengan *Neural Network* pada aplikasi prediksi keadaan keuangan Bank di Taiwan. Hasil penelitian Shen dan Tzeng adalah bank A, B, C dikategorikan pada peringkat sehat dan nilai ROA di 2012 secara berturut-turut 209%, 35%, dan 13%. Bank D, E masuk dalam kategori tidak sehat dengan nilai ROA di 2012 0% dan -185%.

Nur Artyka pada tahun 2015 menggunakan metode RGEC untuk menilai kesehatan PT. Bank Rakyat Indonesia tahun 2011-2013. Berdasarkan penelitian oleh Nur Artyka tingkat kesehatan BRI periode 2011-2013 adalah sangat sehat. Pada tahun yang sama Anis Ulfah Mustaqim menganalisa kesehatan 107 bank dengan metode CAMEL dan *fuzzy Mamdani*. Penelitian oleh Anis menunjukkan keakuratan data *training* sebesar 98,82% tahun 2009 dan 2011, 2010 sebesar 100% dan tahun 2012 sebesar 97,65%. Pada *testing* tahun 2009, 2010, 2012 diperoleh 95,45 dan tahun 2011 diperoleh 100%.

Sistem *fuzzy* dapat diartikan sebagai deskripsi linguistik (aturan *fuzzy* jika-maka) yang lengkap tentang proses yang dapat dikombinasikan ke dalam sebuah model (Wang, 1997: 265). Sistem *fuzzy* dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang antara lain : diagnosa medis, algoritma *control*, sistem pendukung keputusan, ekonomi, teknik, lingkungan, psikologi dan lain-lain (Setiadji, 2009: 1). Metode Sugeno orde nol merupakan metode yang lebih mudah untuk diterapkan dari pada metode Sugeno orde satu. Hal tersebut karena output pada Sugeno Order nol berupa konstanta sementara Sugeno Order satu berupa persamaan linier.

Pada penelitian terdahulu pernah digunakan sistem *fuzzy Mamdani* untuk menilai kesehatan bank, namun metode Sugeno order nol belum digunakan. Hal tersebut melatarbelakangi akan dibahas bagaimana penerapan sistem *fuzzy* Sugeno order nol untuk klasifikasi kesehatan bank menggunakan yang diimplementasikan dengan *Graphical User Interface* (GUI) dan menentukan tingkat akurasi sistem.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian dokumenter. Penelitian dokumenter adalah penelitian yang data dan informasinya diperoleh dari bahan dokumentasi institusi (Supardi, 2005: 34).

Jenis dan Sumber Data

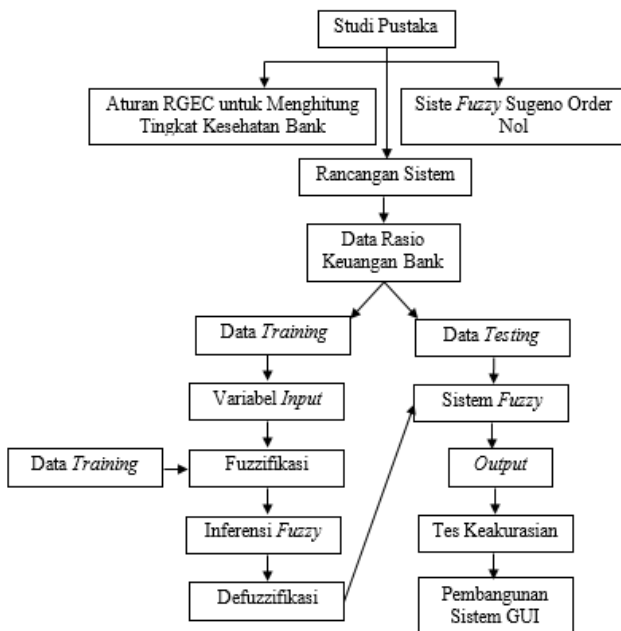
Jenis data yang digunakan untuk penelitian ini adalah data sekunder. Data sekunder adalah

data penelitian yang diperoleh peneliti secara tidak langsung melalui perantara (diperoleh oleh pihak lain).

Pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan metode *purposive sampling* atau sampel dipilih karena pertimbangan tertentu. Pertimbangan tersebut yaitu (1) bank umum (*commercial bank*), (2) bukan termasuk bank syariah, (3) bank yang mengeluarkan laporan keuangan dan memiliki kelengkapan data dari tahun 2011 hingga 2013. Data yang memenuhi kriteria tersebut berjumlah 109 bank.

Data rasio keuangan diperoleh dari arsip bank Indonesia dan Otoritas Jasa keuangan dengan alamat www.ojk.go.id. Data diunduh pada tanggal 1 Desember 2015.

Desain Penelitian



Gambar 1. Langkah-langkah Penelitian

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Menurut peraturan Bank Indonesia No. 13/1/PBI/2011 tentang penilaian kesehatan bank, peringkat komposit memiliki pengertian hasil terakhir penilaian tingkat kesehatan bank. Pertama adalah pemilihan rasio keuangan pada setiap faktor RGEC. Rasio keuangan yang digunakan untuk menilai kesehatan dengan metode RGEC yaitu pada *risk profile* diukur melalui risiko kredit dengan rasio NPL dan risiko likuiditas dengan rasio LDR. Pada *earning* digunakan rasio ROA, ROE dan NIM. *Capital* bisa diukur dengan rasio CAR. Selanjutnya,

masing-masing rasio diklasifikasikan ke dalam peringkat komposit yang sesuai dengan peraturan dari Bank Indonesia. Berikut adalah matriks kriteria penetapan peringkat komposit untuk masing-masing faktor RGEC.

Tabel 1. Kriteria Penetapan Peringkat NPL

Peringkat	Keterangan	Kriteria
1	Sangat sehat	<2%
2	Sehat	2% - 3,5%
3	Cukup sehat	3,5% - 5%
4	Kurang sehat	5% - 8%
5	Tidak sehat	>8%

Sumber: Buku Laporan Keuangan (2010)

Tabel 2. Kriteria Penetapan Peringkat LDR

Peringkat	Keterangan	Kriteria
1	Sangat sehat	$LDR \leq 75\%$
2	Sehat	$75\% < LDR \leq 85\%$
3	Cukup sehat	$85\% < LDR \leq 100\%$
4	Kurang sehat	$100\% < LDR \leq 120\%$
5	Tidak sehat	$LDR > 120\%$

Sumber: Surat Edaran Bank Indonesia No. 6/23/DPNP, 31 Mei 2004

Tabel 3. Kriteria Penetapan Peringkat ROA

Peringkat	Keterangan	Kriteria
1	Sangat sehat	$ROA > 1,5\%$
2	Sehat	$1,25\% < ROA \leq 1,5\%$
3	Cukup sehat	$0,5\% < ROA \leq 1,25\%$
4	Kurang sehat	$0\% < ROA \leq 0,5\%$
5	Tidak sehat	$ROA \leq 0\%$

Sumber: Surat Edaran Bank Indonesia No.13/24/DPNP,25 Oktober 2011

Tabel 4. Kriteria Penetapan Peringkat ROE

Peringkat	Keterangan	Kriteria
1	Sangat sehat	$ROE > 20\%$
2	Sehat	$12,51\% \leq ROE \leq 20\%$
3	Cukup sehat	$5,01\% \leq ROE \leq 12,5\%$
4	Kurang sehat	$0\% \leq ROE \leq 5\%$
5	Tidak sehat	$ROE < 0\%$

Sumber: Surat Edaran Bank Indonesia No. 6/23/DPNP, 31 Mei 2004

Tabel 5. Kriteria Penetapan Peringkat NIM

Peringkat	Keterangan	Kriteria
1	Sangat sehat	$NIM > 5\%$
2	Sehat	$2.01\% \leq NIM \leq 5\%$
3	Cukup sehat	$1.51\% \leq NIM \leq 2\%$
4	Kurang sehat	$0\% \leq NIM \leq 1.49\%$
5	Tidak sehat	$NIM < 0\%$

Sumber: Surat Edaran Bank Indonesia No. 6/23/DPNP, 31 Mei 2004

Tabel 6. Kriteria Penetapan Peringkat Pemodal (CAR)

Peringkat	Keterangan	Kriteria
1	Sangat sehat	$KPMM > 12\%$
2	Sehat	$9\% < KPMM \leq 12\%$
3	Cukup sehat	$8\% < KPMM \leq 9\%$
4	Kurang sehat	$6\% < KPMM \leq 8\%$
5	Tidak sehat	$KPMM \leq 6\%$

Sumber: Surat Edaran Bank Indonesia No. 6/23/DPNP, 31 Mei 2004

Pada tahap pengklasifikasian rasio dalam perhitungan penentuan kesehatan bank kode 112 tahun 2013, masing-masing rasio RGEC bank tersebut masuk kedalam peringkat komposit 1 (sangat sehat). Nilai rasio dan peringkat komposit rasio RGEC bank kode 112 tahun 2013 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 7. Peringkat Komposit Rasio Bank Kode 112 tahun 2013

Rasio	Nilai Rasio	Peringkat komposit
NPL	0,9	1 (sangat sehat)
LDR	73,67	1 (sangat sehat)
ROA	2,71	1 (sangat sehat)
ROE	25,36	1 (sangat sehat)
NIM	8,38	1 (sangat sehat)
CAR	15,69	1 (sangat sehat)

Langkah selanjutnya adalah penentuan skor masing-masing rasio berdasarkan peringkat komposit yang didapat, kemudian skor dijumlahkan guna mendapatkan peringkat komposit. Penilaian tingkat kesehatan bank kode 112 tahun 2013 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 8. Tingkat kesehatan Bank kode 112 tahun 2013

Rasio	Nilai Rasio	Peringkat	Skor
NPL	0,9	1	5
LDR	73,67	1	5
ROA	2,71	1	5
ROE	25,36	1	5
NIM	8,38	1	5
CAR	15,69	1	5
Jumlah Skor			30

Bank kode 112 mempunyai jumlah skor 30, skor tersebut masuk kedalam rentang peringkat komposit 1 (sangat sehat). Kesimpulannya nilai rasio RGEC pada bank kode 112 tahun 2013 menunjukkan predikat sangat sehat.

Setelah mengklasifikasikan bank kedalam tingkat kesehatan menurut metode RGEC, kemudian dilakukan tahap pembentukan sistem *fuzzy* Sugeno order nol. Berikut merupakan langkah-langkah membangun sistem *fuzzy*.

Langkah 1. Mengidentifikasi Himpunan Semesta atau himpunan *Universal* (U).

Himpunan *universal* merupakan nilai yang diperbolehkan di dalam operasi sistem *fuzzy*. Interval dari himpunan *universal* mencakup keseluruhan nilai dari semua data yang digunakan. Data yang digunakan adalah 87 data *training* dengan periode waktu tiga tahun. Berikut adalah himpunan universal pada variabel *input*: $U_{NPL} = [0, 13]$, $U_{LDR} = [0, 621]$, $U_{ROA} = [-2, 8]$, $U_{ROE} = [-20, 144]$, $U_{NIM} = [-2, 21]$, dan $U_{CAR} = [0, 182]$. Himpunan *universal* pada output didefinisikan dengan $U_{output} = [0, 31]$.

Langkah 2. Mendefinisikan Himpunan *Fuzzy* pada *Input* dan *Output*

Tahap selanjutnya adalah fuzzifikasi atau mendefinisikan himpunan tegas ke dalam himpunan *fuzzy*. Himpunan *fuzzy* dinyatakan dengan menggunakan fungsi keanggotaan. Fungsi keanggotaan yang digunakan pada input dalam penelitian ini adalah fungsi keanggotaan pendekatan kurva bahu dengan kombinasi fungsi keanggotaan segitiga dan trapesium.

Persamaan kurva bahu pada contoh rasio NPL adalah sebagai berikut:

$$\mu_{NPL_1}(x) = \begin{cases} 1 & ; 0 \leq x \leq 1,5 \\ -x + 2,5 & ; 1,5 \leq x \leq 2,5 \\ 0 & ; x \geq 2,5 \end{cases} \quad (1)$$

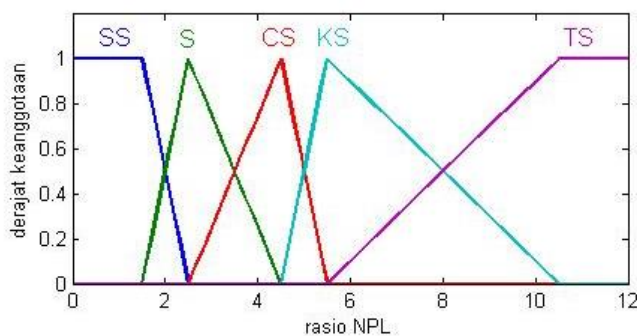
$$\mu_{NPL_2}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \leq 1,5 \text{ atau } x \geq 4,5 \\ x - 1,5 & ; 1,5 \leq x \leq 2,5 \\ \frac{4,5-x}{2} & ; 2,5 \leq x \leq 4,5 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_{NPL_3}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 2,5 \text{ atau } x \geq 5,5 \\ \frac{x-2,5}{2} & ; 2,5 \leq x \leq 4,5 \\ 5,5 - x & ; 4,5 \leq x \leq 5,5 \end{cases} \quad (3)$$

$$\mu_{NPL_4}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 4,5 \text{ atau } x \geq 10,5 \\ x - 4,5 & ; 4,5 \leq x \leq 5,5 \\ \frac{10,5-x}{5} & ; 5,5 \leq x \leq 10,5 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu_{NPL_5}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 5,5 \\ \frac{x-5,5}{5} & ; 5,5 \leq x \leq 10,5 \\ 1 & ; 10,5 \leq x \leq 13 \end{cases} \quad (5)$$

Representasi himpunan fuzzy pada variabel input rasio NPL dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Fungsi Keanggotaan Variabel Rasio NPL pada $U=[0, 13]$

Himpunan fuzzy pada output analisis kesehatan bank di Indonesia dibagi menjadi lima, yaitu bank yang termasuk dalam kategori peringkat komposit 1 dimisalkan dengan angka 1, angka 2 untuk peringkat komposit 2, angka 3 untuk peringkat komposit 3, angka 4 untuk peringkat komposit 4 dan angka 5 untuk peringkat komposit 5.

Langkah 3. Membangun Aturan Fuzzy

Hasil penilaian kesehatan yang digunakan untuk membangun aturan fuzzy berasal dari total data training sebanyak 261 data bank. Nilai derajat keanggotaan terbesar digunakan untuk membangun aturan fuzzy. Aturan fuzzy yang terbentuk diurutkan dan diseleksi, jika terdapat beberapa aturan yang sama maka hanya satu yang dipilih dan yang lain dieliminasi. Berikut perhitungan untuk mencari nilai terbesar derajat keanggotaan pada himpunan fuzzy NPL

$$\mu_{NPL_1}(0,9) = 1$$

$$\mu_{NPL_2}(0,9) = 0$$

$$\mu_{NPL_3}(0,9) = 0$$

$$\mu_{NPL_4}(0,9) = 0$$

$$\mu_{NPL_5}(0,9) = 0$$

Dipilih derajat keanggotaan terbesar dengan fungsi operasi dasar gabungan. (Klir, 1997)

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max[\mu_A(x), \mu_B(x)], \forall x \in U \quad (6)$$

$$= \max(1,0,0,0,0)=1$$

Didapatkan nilai derajat keanggotaan NPL terbesar pada NPL_1 maka NPL masuk dalam himpunan fuzzy sangat sehat. Lakukan hal yang sama pada rasio yang lain. Berdasarkan hal tersebut didapatkan aturan fuzzy yang pertama yaitu “Jika NPL adalah SANGAT SEHAT dan LDR adalah SANGAT SEHAT dan ROA adalah SANGAT SEHAT dan ROE adalah SANGAT SEHAT dan NIM adalah SANGAT SEHAT dan CAR adalah SANGAT SEHAT maka hasil penilaian bank adalah SANGAT SEHAT”

Analogi dengan proses tersebut untuk perhitungan rasio-rasio bank yang lain sehingga terbentuk 141 aturan fuzzy sebagai berikut:

1. Jika NPL adalah SANGAT SEHAT dan LDR adalah SANGAT SEHAT dan ROA adalah SANGAT SEHAT dan ROE adalah SANGAT SEHAT dan NIM adalah SANGAT SEHAT dan CAR adalah SANGAT SEHAT maka hasil penilaian bank adalah SANGAT SEHAT”.
2. Jika NPL adalah SANGAT SEHAT dan LDR adalah SANGAT SEHAT dan ROA adalah SANGAT SEHAT dan ROE adalah SANGAT SEHAT dan NIM adalah SANGAT SEHAT dan CAR adalah SANGAT SEHAT maka hasil penilaian bank adalah SANGAT SEHAT”.
- ...
- ...
- ...
141. Jika NPL adalah KURANG SEHAT dan LDR adalah SEHAT dan ROA adalah TIDAK SEHAT dan ROE adalah TIDAK SEHAT dan NIM adalah SANGAT SEHAT dan CAR adalah SEHAT maka hasil penilaian bank adalah CUKUP SEHAT”.

Langkah 4. Inferensi fuzzy metode Sugeno order nol

Inferensi fuzzy merupakan proses untuk mengevaluasi output pada setiap aturan yang

dihubungkan dengan aturan IF-THEN. Berdasarkan 141 aturan *fuzzy* yang telah dibentuk, hasil fuzzifikasi kemudian digunakan untuk inferensi *fuzzy* dengan menggunakan sistem Sugeno order nol dengan menggunakan fungsi implikasi MIN dan operator yang digunakan pada *antecedent* adalah AND (\cap). Berdasarkan aturan *fuzzy* yang dibentuk dari bank kode 112 tahun 2013 didapat fungsi implikasi (Klir, Clair, & Yuan, 1997) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \alpha &= \mu_{NPL \cap LDR \cap ROA \cap ROE \cap NIM \cap CAR} \\ &= \min(\mu_{LDR}(0,9); \mu_B(73,67); \dots \mu_{CAR}(15,69)) \\ &= \min(1; 0,633; \dots; 1) = 0,633 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas, dapat disimpulkan bahwa, dengan menggunakan sistem tersebut hasil perhitungan untuk data rasio bank kode 112 pada tahun 2013 adalah 0,633.

Langkah 5. Melakukan Defuzzifikasi

Proses *defuzzifikasi* bertujuan untuk mendapatkan nilai tegas pada output. Metode yang digunakan adalah *weighted average*. Setelah mendapatkan nilai implikasi selanjutnya menentukan indeks nilai *output* ke-n (Z_n). Tabel 9 menunjukkan defuzzifikasi bank kode 112 tahun 2013.

Tabel 9. Defuzzifikasi Bank kode 112 tahun 2013.

Rule	α_n	Z_n	$\alpha_n \times Z_n$
1	0,633	1	0,633
2	0	1	0
3	0	1	0
...
141	0	3	0
Jumlah	1	-	1

Berdasarkan Tabel 9 dapat dicari nilai *WA* dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\begin{aligned} WA &= \frac{\alpha_1 z_1 + \alpha_2 z_2 + \dots + \alpha_n z_n}{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n} \\ &= \frac{0,633 \times 1 + 0 \times 1 + \dots + 0 \times 3}{0,633 + 0 + \dots + 0} \\ &= 1 \end{aligned}$$

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa penilaian peringkat kesehatan bank kode 112 tahun 2013 adalah pada peringkat komposit 1. Sehingga dapat disimpulkan bank kode 112 tahun 2013 masuk dalam kategori sangat sehat.

Sistem yang telah dibangun tentunya perlu untuk dilakukan uji keakurasian. Menghitung

nilai keakurasian sistem dengan membandingkan data benar dan data yang salah. Data benar adalah data yang menghasilkan hasil yang sama dengan sistem fuzzy dan perhitungan RGEC.

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Jumlah data benar}}{\text{Jumlah data salah}} \times 100\%$$

Jumlah data benar adalah data yang menghasilkan penilaian sama antara penilaian dengan sistem fuzzy dan dengan RGEC. Hasil sistem fuzzy pada data training dapat dilihat pada Tabel 10 dan data testing tahun 2011 dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 10. Hasil Penilaian Pada Data *Training*.

No	Kode Bank	<i>Training</i>		
		y*	Sistem Fuzzy	Penilaian RGEC
1	009	1	Sangat Sehat	Sangat Sehat
2	200	1,1	Sangat Sehat	Sangat Sehat
...
261	052	2	Sangat Sehat	Sangat Sehat

Tabel 11. Hasil Penilaian Pada Data *Testing*

No	Kode Bank	<i>Testing</i>		
		y*	Sistem Fuzzy	Penilaian RGEC
1	002	1	Sangat Sehat	Sangat Sehat
2	008	1	Sangat Sehat	Sangat Sehat
...
66	042	2	Sangat Sehat	Sangat Sehat

Pada data *training* tahun 2011 dan 2013 terdapat 4 data yang berbeda penilaiannya sedangkan tahun 2012 ada 2 hasil yang berbeda. Tingkat keakurasian yang dihasilkan pada sistem *fuzzy* untuk data *training* pada tahun 2011 adalah 95,4%, tahun 2012 sebesar 97,7 dan akurasi untuk tahun 2013 sebesar 95,4%. Hasil lebih akurat dihasilkan pada data *testing* karena dari 22 data yang digunakan untuk setiap tahunnya hasil akurasinya adalah 100% yang berarti seluruh hasil penilaian kesehatan bank dengan metode

RGEC dan dengan sistem *fuzzy* menghasilkan hasil yang sama.

Langkah terakhir dalam penelitian ini adalah mengimplementasikan sistem *fuzzy* dengan menggunakan *graphical user interface* (GUI) untuk mempermudah pengguna dalam menggunakan sistem *fuzzy* yang telah dibangun. Adapun hasil implementasi yang telah dirancang pada GUI untuk klasifikasi kesehatan bank dengan sistem *fuzzy* Sugeno order nol terlihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Hasil Rancangan GUI

Hasil penilaian kesehatan bank pada GUI merepresentasikan penilaian pada sistem *fuzzy* yang telah dibangun. Hal ini berarti bahwa hasil penilaian dan tingkat keakurasian GUI sama dengan hasil pada sistem *fuzzy*.

Hasil klasifikasi pada data *training* menggunakan sistem *fuzzy* pada tahun 2011 dari 87 bank terdapat 50 bank masuk dalam tingkat kesehatan sangat sehat, 35 bank masuk dalam klasifikasi sehat dan 2 bank masuk kedalam klasifikasi sehat. Pada tahun 2012 dari 87 bank yang diteliti terdapat 46 bank masuk ke dalam tingkat kesehatan sangat sehat, 37 dinyatakan sehat dan sisanya 4 bank masuk dalam tingkat kesehatan cukup sehat. Selanjutnya pada tahun 2013 ada 47 bank dinyatakan sangat sehat, 39 bank dinyatakan sehat dan 1 bank tidak sehat dari total 87 bank yang diteliti.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Penerapan sistem *fuzzy* Sugeno order nol dalam penilaian tingkat kesehatan bank di Indonesia diawali dengan membagi data menjadi

87 bank sebagai *training* dan 22 bank sebagai *testing*. Input yang digunakan adalah NPL, LDR, ROA, ROE, NIM dan CAR yang masing-masing menggunakan representasi kurva bahu. Hasil output sistem *fuzzy* menunjukkan kategori tingkat penilaian kesehatan bank yaitu tidak sehat, kurang sehat, cukup sehat, sehat dan sangat sehat. Aturan yang terbentuk sebanyak 141. Inferensi *fuzzy* dilakukan dengan sistem Sugeno order nol dengan defuzzifikasi metode *weighted average*. Hasil penilaian dengan sistem *fuzzy* Sugeno kemudian dibandingkan dengan hasil klasifikasi sesuai perhitungan RGEC. Hasil tersebut digunakan untuk menghitung tingkat akurasi sistem. Terakhir, sistem *fuzzy* yang telah dibangun diimplementasikan dengan *Graphical User Interface* (GUI).

Tingkat akurasi yang diperoleh pada sistem *fuzzy* untuk data *training* tahun 2011, 2012, dan 2013 adalah 95,4%, 97,7% dan 95,4%. Pada data *testing* nilai keakurasian tahun 2011, 2012 dan 2013 adalah 100%. Berdasarkan hasil akurasi yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa sistem *fuzzy* Sugeno order nol dengan defuzzifikasi *weighted average* yang diimplementasikan dengan *Graphical User Interface* (GUI) baik untuk digunakan dalam penilaian tingkat kesehatan bank-bank yang ada di Indonesia.

Saran

Hasil penelitian ini masih jauh dari kata sempurna, perlu untuk penambahan lebih banyak data relevan yang terbaru dan beberapa hal pada sistem yang perlu dievaluasi. Pengembangan dan perbaikan yang dapat dilakukan adalah menambah jumlah data rasio keuangan perbankan, menambah jumlah variabel input, melakukan pengujian dengan berbagai jenis fungsi keanggotaan untuk setiap input, sistem inferensi dan metode defuzzifikasi *fuzzy* dan menggunakan metode inferensi yang lain seperti Mamdani, Tsukamoto atau Sugeno Order satu.

DAFTAR PUSTAKA

Anis Ulfah Mustaqim. (2015). Penilaian Tingkat Kesehatan Bank di Indonesia Dengan Logika *Fuzzy*. Skripsi: Universitas Negeri Yogyakarta.

- Hilman, I. (2014). *The Bank Bankruptcy Prediction Models Based On Financial Risk (An Empirical Study on Indonesian Banking Crises)*. *International Journal of Business, Economics and Law*, 4(2), 1-16.
- Klir, G., Clair, U., & Yuan, B. (1997). *Fuzzy Set Theory Foundations and Applications*. New Jersey: Prentice Hall International.
- Lampiran I Surat Edaran Bank Indonesia No 6/23/DPNP tanggal 31 Mei 2004.
- Lampiran II Surat Edaran Bank Indonesia No 13/24/DPNP tanggal 25 Oktober 2011.
- Nadia Iffatul Ulya. (2014). Analisis Perbandingan Tingkat Kesehatan Bank Syariah Dan Konvensional Berdasarkan Risk Profile, Good Corporate Governance, Earnings dan Capital. Skripsi: Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- Ngadirin Setiawan. (2012). Analisis Laporan Keuangan : Penilaian Kesehatan Bank. Yogyakarta: Laboratorium Bank Akutansi.
- Nur Artyka. (2015). Penilaian Kesehatan Bank Dengan Metode RGEC pada PT. Bank Rakyat Indonesia (Persero) Tbk Periode 2011-2013. Skripsi: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Otoritas Jasa Keuangan. (2015). Direktori Perbankan Indonesia. Diakses dari <http://www.ojk.go.id> pada hari Jumat, 25 Desember 2015
- Pasal 1 Undang-undang Perbankan No. 10 Tahun 1998 tentang Kewajiban Memelihara Kesehatan Bank.
- Peraturan Bank Indonesia No. 13/1/PBI/2011 tentang penilaian kesehatan bank umum dengan RGEC.
- Setiadji. (2009). Himpunan Logika Samar serta Aplikasinya. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Shen, Kao-Yi & Tzeng Gwo-Hshiung. (2014). *DRSA-Based Neuro-Fuzzy Inference Systems For The Financial Performance Prediction of Commercial Banks*. *International Journal of Fuzzy Systems*. Vol. 16. Hlm. 173-183.
- Supardi. (2005). Metodologi Penelitian Ekonomi dan Bisnis, cet. Ke-1. Yogyakarta: UII Press.
- Uddin, M. R., & Bristy, J. F. (2014). *Evaluation of Some Private Commercial Banks in Bangladesh from Performance Perspectives*. *International Journal of Managing Value and Supply Chains (IJMVSC)*, 5(4), Hlm. 1-17.
- Wang, L. (1997). *A Course in Fuzzy Systems and Control*. New Jersey: Prentice Hall International, Inc.

