

# ANALISIS KREDIT CALON DEBITUR MENGGUNAKAN METODE FUZZY TSUKAMOTO

<sup>1</sup>Eka Patriya, <sup>2</sup>Ety Sutanty, <sup>3</sup>Handayani, <sup>4</sup>Meilani B. Siregar, <sup>5</sup>Esti Setiyaningsih  
<sup>1,3</sup>Fakultas Ekonomi Universitas Gunadarma, <sup>2,5</sup>Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Gunadarma, <sup>4</sup>Fakultas Teknologi Industri Universitas Gunadarma,  
Jl. Margonda Raya No. 100, Depok 16424, Jawa Barat  
<sup>1</sup>eka\_p@staff.gunadarma.ac.id, <sup>2</sup>ety\_s@staff.gunadarma.ac.id,  
<sup>3</sup>handayani@staff.gunadarma.ac.id, <sup>4</sup>meilani@staff.gunadarma.ac.id,  
<sup>5</sup>esti@staff.gunadarma.ac.id

## Abstrak

Bank sebagai salah satu lembaga keuangan di Indonesia yang berbentuk bank memberikan jasa keuangan dengan menggunakan prinsip-prinsip perbankan. Bank SENDIRI menyediakan berbagai jenis fasilitas kredit, salah satunya Kredit Multi Guna. Saat ini proses analisis pengajuan kredit di Bank dilakukan dengan menggunakan Sistem Electronic Loan, akan tetapi ketika sistem bermasalah maka proses analisis kredit dilakukan dengan cara manual oleh analis. Tentu saja hal ini mengakibatkan proses analisis kredit membutuhkan waktu. Pada penelitian ini peneliti mengimplementasikan diimplementasikan penggunaan metode fuzzy tsukamoto dalam menganalisis kelayakan kredit calon debitur Bank. Proses analisis kredit pada penelitian ini menggunakan 3 variabel yaitu pekerjaan, Debt Service Ratio (DSR) yang merupakan perbandingan antara angsuran kredit dengan penghasilan, serta kolektabilitas. Masing-masing variabel memiliki 3 himpunan fuzzy dan aturan yang terbentuk adalah sebanyak 27 aturan. Kelayakan KMG calon debitur pada penelitian ini menggunakan hasil dari proses defuzzifikasi. Hasil ujicoba menunjukkan, implementasi fuzzy tsukamoto berdasarkan variabel, DSR, dan kolektabilitas berhasil menghasilkan keputusan kelayakan fasilitas kredit calon debitur Bank dari hasil defuzzifikasi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mempermudah analis dalam melakukan proses analisis pemuatan kredit calon debitur Bank.

**Kata Kunci:** Analisis, DSR, Fuzzy Tsukamoto, Himpunan, Kredit.

## Abstract

Bank as one of the financial institutions in Indonesia in the form of a bank provides financial services using banking principles. Bank SELF provides various types of credit facilities, one of which is Multi-Use Credit. Currently, the process of analyzing credit applications at the Bank is carried out using the Electronic Loan System, but when the system has problems, the credit analysis process is carried out manually by the analyst. Of course, this will result in the credit analysis process taking time. In this study, the researcher implemented it using the fuzzy Tsukamoto method in prioritizing credit for prospective bank debtors. The credit analysis process in this study uses 3 variables, namely employment, Debt Service Ratio (DSR), which is a comparison between credit installments and income, and collectability. Each variable has 3 fuzzy sets and the rules formed are 27 rules. The feasibility of KMG prospective debtors in this study uses the results of the defuzzification process. The test results show that the implementation of fuzzy tsukamoto based on DSR, and collectability has succeeded in determining the location of the defuzzified bank's prospective debtor credit facilities. The results of this study are expected to facilitate analysts in conducting the credit termination analysis process of prospective bank debtors.

**Keywords:** Analysis, DSR, Fuzzy Tsukamoto, Set, Credit.

## PENDAHULUAN

Salah satu lembaga keuangan di Indonesia yang berbentuk bank memberikan jasa keuangan dengan menggunakan prinsip-prinsip perbankan [1]. Salah satu bentuk pelayanan bank bagi masyarakat yaitu sebagai penyalur kredit. Sebelum memberikan kredit, bank terlebih dahulu melakukan penilaian terhadap calon debitur [2] untuk mengetahui layak atau tidaknya calon debitur dalam menerima fasilitas kredit [3]. Pihak bank harus dengan teliti dan berhati-hati [4] dalam memberikan penilaian dan pemeriksaan [5] agar dapat di ketahui, apakah proses berjalan lancar, atau sebaliknya yang menyebabkan kerugian pada pihak bank.

Instansi Bank menyediakan berbagai jenis fasilitas kredit, salah satunya yaitu Kredit Multi Guna yang diberikan kepada masyarakat yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan individu yang bersifat konsumtif. Saat ini proses analisa pengajuan Kredit Multi Guna di Bank dilakukan dengan menggunakan Sistem *Electronic Loan*. Sistem ini mampu mendukung proses Kredit Multi Guna yang terintegrasi meliputi analisis kredit [6], keputusan kredit, akad kredit dan proses pencairan kredit (*disbursement*). Akan tetapi ketika sistem bermasalah, proses analisis kredit dilakukan dengan cara manual oleh analis. Tentu saja hal ini mengakibatkan proses analisis kredit membutuhkan waktu [7]. Salah satu cara untuk menangani hal tersebut adalah dengan mengimplementasikan penggunaan

sistem penunjang keputusan dalam melakukan proses analisis kredit [8]. Salah satu metode pada sistem penunjang keputusan yang dapat digunakan dalam melakukan proses analisis kredit adalah metode *fuzzy tsukamoto* [9].

Metode *fuzzy tsukamoto* dapat diimplementasikan dalam proses analisis kredit dengan melihat beberapa parameter yang digunakan untuk proses analisis kredit tidak terdapat pada metode lain. Nilai-nilai yang terdapat pada parameter analisis kredit bersifat linguistik [10] sehingga penggunaan metode ini lebih tepat diimplementasikan pada analisis pemutusan KMG. Beberapa penelitian terkait metode *fuzzy tsukamoto* sebagai sistem penunjang keputusan dilakukan oleh peneliti terdahulu. Penelitian [11] dilakukan tentang metode pengambilan keputusan dalam penerimaan beasiswa dengan menggunakan *fuzzy inference system tsukamoto*. Penelitian ini menggunakan beberapa variabel yang berpengaruh dalam proses penerimaan beasiswa yaitu IPK(1), Penghasilan Orang Tua(2), dan Prestasi(3). Hasil yang diperoleh dalam sistem ini adalah keputusan kelayakan mahasiswa untuk diberikan beasiswa. Penelitian [12] dilakukan tentang metode pengambilan keputusan penentuan penerima Kredit Usaha Rakyat dengan metode *fuzzy tsukamoto*. Penelitian ini menggunakan beberapa variabel yang berpengaruh dalam proses penentuan penerima Kredit Usaha Rakyat yaitu Karakter(1), Jaminan(2), Modal(3), dan Ekonomi(4). Hasil yang diperoleh dalam sistem ini adalah tingkat

keakuratan aplikasi untuk menentukan kelayakan fasilitas kredit nasabah jika dibandingkan dengan perhitungan analisis. Penelitian [13] dilakukan tentang metode pengambilan keputusan pemberian kredit sepeda motor bekas pada PT Tri Jaya Motor dengan metode *tsukamoto*. Penelitian ini menggunakan beberapa variabel yang berpengaruh dalam pemberian kredit sepeda motor bekas yaitu *Character*(1), *Capacity*(2), *Capital*(3), dan *Condition*(4). Hasil yang diperoleh dalam sistem ini adalah kelayakan konsumen untuk diberikan fasilitas kredit sepeda motor bekas pada PT Tri Jaya Motor. Penelitian [14] dilakukan tentang metode pengambilan keputusan dalam penentuan kesesuaian lahan untuk tanaman karet dan kelapa sawit dengan metode *fuzzy tsukamoto*. Penelitian ini menggunakan beberapa variabel yang berpengaruh dalam menentukan kesesuaian lahan untuk tanaman karet dan kelapa sawit yaitu Kedalaman Tanah(1), KTK Tanah(2), Kejenuhan Basa(3), pH H<sub>2</sub>O(4), C-Organik(5), N Total(6), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(7), dan K<sub>2</sub>O(8). Hasil yang diperoleh dalam sistem ini adalah tingkat kesesuaian lahan untuk tanaman karet dan kelapa sawit. Penelitian [15] dilakukan tentang metode pengambilan keputusan pemberian kredit modal usaha pada PT BPR Bina Barumun dengan metode *fuzzy tsukamoto*. Penelitian ini menggunakan beberapa variabel yang berpengaruh dalam pemberian kredit usaha yaitu *Character*(1), *Capacity*(2), *Capital*(3), *Collateral*(4), *Condition*(5), dan *Cash Flow*(6). Hasil yang

diperoleh dalam sistem ini adalah kelayakan nasabah pada PT BPR Bina Barumun untuk diberikan fasilitas kredit modal usaha. Pada penelitian ini peneliti diimplementasikan penggunaan metode *fuzzy tsukamoto* untuk membantu analisis melakukan proses analisis kelayakan kredit calon debitur. Proses analisis kredit pada penelitian ini menggunakan 3 variabel yaitu pekerjaan, *Debt Service Ratio* (DSR) yang merupakan perbandingan antara angsuran kredit dengan penghasilan, serta kolektabilitas. Masing-masing variabel memiliki 3 himpunan *fuzzy* dan aturan yang terbentuk adalah sebanyak 27 aturan. Kelayakan kredit calon debitur pada penelitian ini menggunakan hasil dari proses defuzzifikasi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mempermudah analisis dalam melakukan proses analisis pemutusan kredit calon debitur Bank.

## **METODE PENELITIAN**

Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahapan-tahapan dalam mengimplementasikan metode *fuzzy tsukamoto* dalam proses analisis kredit calon debitur Bank. Tahapan proses pada penelitian ini dimulai dengan *input* nilai *crisp*, fuzzifikasi, pembentukan aturan *fuzzy*, inferensi *fuzzy*, sampai pada tahap defuzzifikasi seperti dapat dilihat pada Gambar 1. Penelitian ini menggunakan 3 variabel untuk melakukan proses analisis kredit. Penentuan variabel diambil berdasarkan hasil wawancara dan SOP yang

ada pada lampiran 1. Variabel input yang digunakan yaitu pekerjaan, DSR (Debt Service Ratio), dan kolektabilitas. Masing-masing variabel memiliki cara yang berbeda dalam menentukan nilai crisp sebagai nilai masukan. Nilai crisp dari variabel pekerjaan ditentukan berdasarkan bobot dari pekerjaan. Masing-masing pekerjaan memiliki bobot yang berbeda.

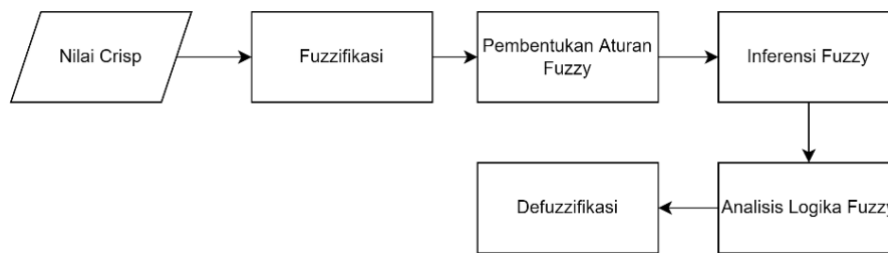
Pada Tabel 1 dapat dilihat bobot dari masing-masing pekerjaan. Pada salah satu record dari Tabel 1 yang berwarna biru menunjukkan jika pekerjaan calon debitur adalah PNS Guru Pemerintah Provinsi DKI

Jakarta, maka bobot / nilai crisp dari variabel pekerjaan adalah 10.

Nilai *crisp* dari variabel DSR ditentukan berdasarkan hasil perhitungan nilai DSR. Nilai DSR didapat menggunakan persamaan 1.

$$DSR = \frac{\text{Angsuran Kredit}}{\text{Penghasilan-Pinjaman Lainnya}} \times 10 \quad (1)$$

DSR merupakan presentase nilai. Debt Service Ratio, Angsuran Kredit sebagai besar angsuran kredit calon debitur, Penghasilan yang merupakan besar gaji / penghasilan calon debitur per bulan dan Pinjaman Lainnya merupakan besar pinjaman lain calon debitur per bulan



**Gambar 1. Metode Penelitian Analisis Kredit dengan Fuzzy Tsukamoto**

**Tabel 1. Bobot Pekerjaan**

Nama Pekerjaan	Bobot / Nilai Crisp
PNS Guru Pemerintah Provinsi DKI Jakarta	10
PNS Non Guru Pemerintah Provinsi DKI Jakarta	10
CPNS Pemerintah Provinsi DKI Jakarta	8
BUMD Pemerintah Provinsi DKI Jakarta	7
DPRD Pemerintah Provinsi DKI Jakarta	8
PNS Pemerintah Pusat (Gaji melalui Bank)	8
Pegawai BUMN (Gaji melalui Bank)	8
PNS Pemerintah Daerah Lain (Gaji melalui Bank)	8
PNS Pemerintah Pusat (Gaji tidak melalui Bank)	8
Pegawai BUMN (Gaji tidak melalui Bank)	8
PNS Pemerintah Daerah Lain (Gaji tidak melalui Bank)	8
Pensiunan PNS Pemerintah Provinsi DKI Jakarta	10
Pensiunan Duda / Janda Pegawai Bank	8
Pensiunan PNS Pemerintah Pusat	7
Pensiunan BUMD	7
Pensiunan BUMN	7
Pegawai Masa Persiapan Pensiun PNS Pemprov DKI Jakarta	8
Pegawai Perusahaan / Instansi Lainnya (Gaji melalui Bank)	5
Pegawai Perusahaan / Instansi Lainnya (Gaji tidak melalui Bank)	5

Nilai dari angsuran kredit didapat menggunakan persamaan 2.

*Angsuran Kredit* =

$$Pengajuan \times \frac{1+(Bunga \times Jangka\ Waktu\ Tahun)}{Jangka\ Waktu\ Bulan} \quad (2)$$

Pengajuan merupakan jumlah pengajuan pokok pinjaman yang diajukan calon debitur, Bunga merupakan suku bunga flat per tahun (10%), Jangka Waktu Tahun adalah jumlah tahun jangka waktu kredit dan Jangka Waktu Bulan adalah jumlah bulan dalam jangka waktu kredit. Masing – masing pekerjaan memiliki batas jumlah pengajuan, DSR, jangka waktu dan usia dalam melakukan pengajuan kredit. Batas dari masing-masing pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 2. Pada salah satu *record* dari Tabel 2 yang berwarna kuning menunjukkan jika pekerjaan calon debitur adalah PNS Non Guru Pemerintah Provinsi DKI Jakarta memiliki batas pengajuan pinjaman sebesar Rp 300.000.000,

batas presentase nilai DSR sebesar 60%, batas jangka waktu pengajuan 120 bulan, dan batas usia 60 tahun. Nilai *crisp* variabel DSR ditentukan berdasarkan keanggotaan nilai DSR pada *range* tertentu. Tabel 3 menunjukkan *range* yang digunakan untuk menentukan nilai *crisp* variabel DSR. Pada salah satu *record* dari Tabel 3 yang berwarna kuning menunjukkan jika hasil nilai DSR masuk ke dalam *range* nilai menggunakan persamaan 3.

$$\begin{aligned} DSR &\leq (DSR \text{ maksimal} - (0,1 \times DSR \text{ maksimal} \times 2)) \\ \&\& DSR > (DSR \text{ maksimal} (0,1 \times DSR \text{ maksimal} \times 3)) \end{aligned} \quad (3)$$

DSR merupakan hasil perhitungan presentase nilai *Debt Service Ratio* dan DSR maksimal = batas presentase nilai *Debt Service Ratio* setiap pekerjaan Maka nilai *crisp* dari variabel DSR adalah 3.

**Tabel 2. Batas Pekerjaan**

Nama Pekerjaan	Batas Pengajuan (Rp)	DSR (%)	Batas Jangka Waktu (Bulan)	Batas Usia (Tahun)
PNS Guru Pemerintah Provinsi DKI Jakarta	350000000	75	120	60
PNS Non Guru Pemerintah Provinsi DKI Jakarta	300000000	60	120	60
CPNS Pemerintah Provinsi DKI Jakarta	300000000	60	120	60
BUMD Pemerintah Provinsi DKI Jakarta	250000000	50	120	56
DPRD Pemerintah Provinsi DKI Jakarta	350000000	60	60	70
PNS Pemerintah Pusat (Gaji melalui Bank)	250000000	50	60	60
Pegawai BUMN (Gaji melalui Bank)	250000000	50	60	56
PNS Pemerintah Daerah Lain (Gaji melalui Bank)	250000000	50	60	60
PNS Pemerintah Pusat (Gaji tidak melalui Bank)	100000000	50	60	60

Nama Pekerjaan	Batas Pengajuan (Rp)	DSR (%)	Batas Jangka Waktu (Bulan)	Batas Usia (Tahun)
Pegawai BUMN (Gaji tidak melalui Bank)	100000000	50	60	56
PNS Pemerintah Daerah Lain (Gaji tidak melalui Bank)	100000000	50	60	60
Pensiunan PNS Pemerintah Provinsi DKI Jakarta	250000000	75	120	60
Pensiunan Duda / Janda Pegawai PT Bank	250000000	75	96	70
Pensiunan PNS Pemerintah Pusat	250000000	75	60	70
Pensiunan BUMD	250000000	75	120	70
Pensiunan BUMN	250000000	75	60	70
Pegawai Masa Persiapan Pensiun PNS Pemprov DKI Jakarta	250000000	70	120	70
Pegawai Perusahaan / Instansi Lainnya (Gaji melalui Bank)	150000000	50	60	60
Pegawai Perusahaan / Instansi Lainnya (Gaji tidak melalui Bank)	300000000	50	60	60

**Tabel 3. Range Nilai Crisp DSR**

Range	Nilai Crisp
$DSR \leq DSR \text{ maksimal} \ \&\& \ DSR > (DSR \text{ maksimal} - (0,1 \times DSR \text{ maksimal}))$	1
$DSR \leq (DSR \text{ maksimal} - (0,1 \times DSR \text{ maksimal})) \ \&\& \ DSR > (DSR \text{ maksimal} - (0,1 \times DSR \text{ maksimal} \times 2))$	2
$DSR \leq (DSR \text{ maksimal} - (0,1 \times DSR \text{ maksimal} \times 2)) \ \&\& \ DSR > (DSR \text{ maksimal} - (0,1 \times DSR \text{ maksimal} \times 3))$	3
$DSR \leq (DSR \text{ maksimal} - (0,1 \times DSR \text{ maksimal} \times 3)) \ \&\& \ DSR > (DSR \text{ maksimal} - (0,1 \times DSR \text{ maksimal} \times 4))$	4
$DSR \leq (DSR \text{ maksimal} - (0,1 \times DSR \text{ maksimal} \times 4)) \ \&\& \ DSR > (DSR \text{ maksimal} - (0,1 \times DSR \text{ maksimal} \times 5))$	5
$DSR \leq (DSR \text{ maksimal} - (0,1 \times DSR \text{ maksimal} \times 5)) \ \&\& \ DSR > (DSR \text{ maksimal} - (0,1 \times DSR \text{ maksimal} \times 6))$	6
$DSR \leq (DSR \text{ maksimal} - (0,1 \times DSR \text{ maksimal} \times 6)) \ \&\& \ DSR > (DSR \text{ maksimal} - (0,1 \times DSR \text{ maksimal} \times 7))$	7
$DSR \leq (DSR \text{ maksimal} - (0,1 \times DSR \text{ maksimal} \times 7)) \ \&\& \ DSR > (DSR \text{ maksimal} - (0,1 \times DSR \text{ maksimal} \times 8))$	8
$DSR \leq (DSR \text{ maksimal} - (0,1 \times DSR \text{ maksimal} \times 8)) \ \&\& \ DSR > (DSR \text{ maksimal} - (0,1 \times DSR \text{ maksimal} \times 9))$	9
$DSR \leq (DSR \text{ maksimal} - (0,1 \times DSR \text{ maksimal} \times 9))$	10

**Tabel 4. Bobot Kolektabilitas**

Kolektabilitas	Keterangan	Bobot / Nilai Crisp
Lancar	Tepat Waktu	5
Perhatian Khusus	Menunggak 1-90 hari	4
Kurang Lancar	Menunggak 91-120 hari	3
Diragukan	Menunggak 121-180 hari	2
Macet	Menunggak lebih dari 180 hari	1

Nilai *crisp* dari variabel kolektabilitas memiliki bobot yang berbeda. Tabel 4 ditentukan berdasarkan tingkat kolektabilitas menunjukkan bobot dari tiap kolektabilitas dari calon debitur. Tiap kolektabilitas Pada salah satu *record* pada Tabel 4 yang

berwarna kuning menunjukkan jika tingkat kolektabilitas dari calon debitur adalah “Diragukan” maka bobot / nilai crisp dari variabel kolektabilitas adalah 2. Implementasi metode *fuzzy tsukamoto* dalam proses analisis kredit menggunakan 3 variabel dan menggunakan aturan (*rule*) berdasarkan pada Tabel 5, dimana proses implementasi dilakukan dengan fuzzifikasi.

Fuzzifikasi bertujuan untuk mengubah data masukan tegas (*crisp*) menjadi *fuzzy*. Semesta pembicaraan pada penelitian ini diperoleh dengan melihat data terendah dan tertinggi dari data variabel masukan dan keluaran. Sebagai contoh, seperti dapat dilihat pada record yang diberi warna biru Tabel 5 variabel pekerjaan, nilai semesta pembicaraan [1,10], angka ini menunjukkan 1 merupakan data terendah dan 10 merupakan data tertinggi. Semesta pembicaraan dari masing-masing variabel dapat dilihat pada Tabel 5.

Setelah menentukan semesta pembicaraan dari masing-masing variabel, selanjutnya adalah menentukan domain. Setiap himpunan *fuzzy* mempunyai domain yang

nilainya terdapat dalam semesta pembicaraan. Domain dari masing-masing himpunan *fuzzy* dapat dilihat pada Tabel 6.

Himpunan *fuzzy* diperlukan untuk mempresentasikan variabel *fuzzy* dengan membentuk fungsi keanggotaan. Berikut ini fungsi keanggotaan dari masing-masing variabel :

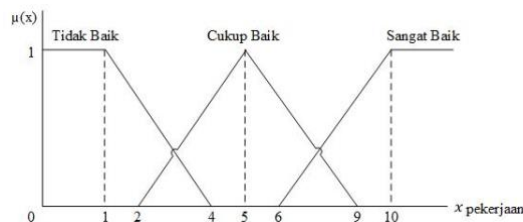
1. Himpunan *Fuzzy* Variabel Pekerjaan. Pada variabel pekerjaan didefinisikan tiga himpunan *fuzzy* yaitu tidak baik, cukup baik, dan sangat baik. Untuk merepresentasikan variabel pekerjaan digunakan bentuk kurva bahu kiri untuk himpunan *fuzzy* tidak baik, bentuk kurva segitiga untuk himpunan *fuzzy* cukup baik, dan bentuk kurva bahu kanan untuk himpunan *fuzzy* sangat baik. Himpunan *fuzzy* untuk variabel pekerjaan ditunjukkan pada Gambar 3. Sumbu horizontal merupakan nilai *input* dari variabel pekerjaan sedangkan sumbu vertikal merupakan tingkat keanggotaan dari nilai *input*. Fungsi keanggotaan dari variabel pekerjaan menggunakan persamaan 4.

**Tabel 5. Semesta Pembicaraan**

<b>Fungsi</b>	<b>Nama Variabel</b>	<b>Semesta Pembicaraan</b>
	Pekerjaan	[1,10]
<i>Input</i>	DSR	[1,10]
	Kolektabilitas	[1,5]
<i>Output</i>	Keputusan	[0,100]

**Tabel 6. Domain Himpunan Fuzzy**

Fungsi	Nama Variabel	Himpunan Fuzzy	Semesta Pembicaraan	Domain
Input	Pekerjaan	Tidak Baik	[1,10]	[1,4]
		Cukup Baik		[2,10]
		Sangat Baik		[6,10]
	DSR	Tidak Baik		[1,4]
		Cukup Baik		[2,9]
		Sangat Baik		[6,10]
Output	Kolektabilitas	Tidak Baik	[1,3]	
		Cukup Baik	[2,4]	
	Keputusan	Sangat Baik	[3,5]	
		Tidak Layak	[0,50]	
		Layak	[50,100]	



**Gambar 3. Fungsi Keanggotaan Variabel Pekerjaan**

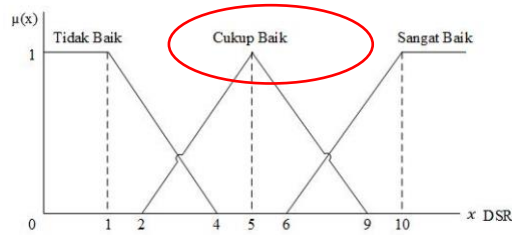
$$\mu_{tidakbaik}(x) = \begin{cases} 1; & x \leq 1 \\ \frac{4-x}{3}; & 1 \leq x \leq 4 \\ 0; & x \geq 4 \end{cases}$$

$$\mu_{cukupbaik}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 2 \text{ atau } x \geq 9 \\ \frac{x-2}{3}; & 2 \leq x \leq 5 \\ \frac{9-x}{4}; & 5 \leq x \leq 9 \end{cases}$$

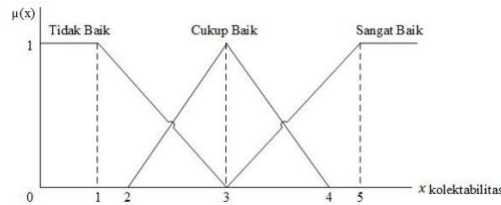
$$\mu_{sangatbaik}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 6 \\ \frac{x-6}{4}; & 6 \leq x \leq 10 \\ 1; & x \geq 10 \end{cases} \quad (4)$$

2. Himpunan Fuzzy Variabel DSR. Pada variabel DSR didefinisikan tiga himpunan fuzzy yaitu tidak baik, cukup baik, dan sangat baik. Untuk merepresentasikan variabel DSR digunakan bentuk kurva bahu kiri untuk himpunan fuzzy tidak baik, bentuk kurva segitiga untuk himpunan fuzzy cukup baik, dan bentuk kurva bahu kanan untuk himpunan fuzzy sangat baik. Himpunan fuzzy untuk variabel DSR ditunjukkan pada Gambar 4.





Gambar 4. Fungsi Keanggotaan Variabel DSR



Gambar 5. Fungsi Keanggotaan Variabel Kolektabilitas

$$\mu_{tidakbaik}(x) = \begin{cases} 1; & x \leq 1 \\ \frac{4-x}{3}; & 1 \leq x \leq 4 \\ 0; & x \geq 4 \end{cases}$$

$$\mu_{cukupbaik}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 2 \text{ atau } x \geq 9 \\ \frac{x-2}{3}; & 2 \leq x \leq 5 \\ \frac{9-x}{4}; & 5 \leq x \leq 9 \end{cases}$$

$$\mu_{sangatbaik}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 6 \\ \frac{x-6}{4}; & 6 \leq x \leq 10 \\ 1; & x \geq 10 \end{cases} \quad (5)$$

Sumbu horizontal merupakan nilai input dari variabel DSR sedangkan sumbu vertikal merupakan tingkat keanggotaan dari nilai input. Fungsi keanggotaan dari variabel DSR menggunakan persamaan 5.

### 3. Himpunan Fuzzy Variabel Kolek-tabilitas.

Pada variabel kolektabilitas didefinisikan

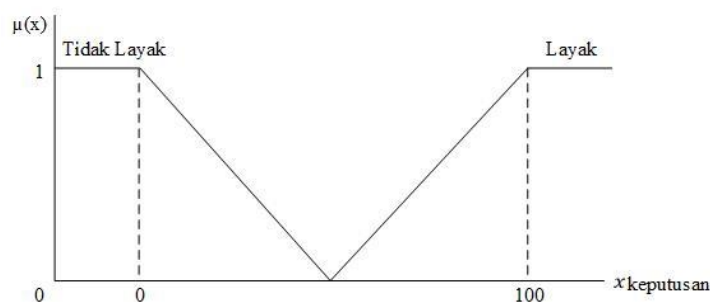
tiga himpunan fuzzy yaitu tidak baik, cukup baik, dan sangat baik. Untuk merepresentasikan variabel kolek-tabilitas digunakan bentuk kurva bahu kiri untuk himpunan fuzzy tidak baik, bentuk kurva segitiga untuk himpunan fuzzy cukup baik, dan bentuk kurva bahu kanan untuk himpunan fuzzy sangat baik. Himpunan fuzzy untuk variabel kolektabilitas ditunjukkan pada Gambar 5. Sumbu horizontal merupakan nilai input dari variabel kolektabilitas sedangkan sumbu vertikal merupakan tingkat keanggotaan dari nilai input. Fungsi keanggotaan dari variabel kolek-tabilitas menggunakan persamaan 6.

$$\begin{aligned}
& \mu_{tidakbaik}(x) \\
& = \begin{cases} 1; & x \leq 1 \\ \frac{3-x}{2}; & 1 \leq x \leq 3 \\ 0; & x \geq 3 \end{cases} \\
& \mu_{cukupbaik}(x) \\
& = \begin{cases} 0; & x \leq 2 \text{ atau } x \geq 4 \\ \frac{x-2}{1}; & 2 \leq x \leq 3 \\ \frac{4-x}{1}; & 3 \leq x \leq 4 \end{cases} \\
& \mu_{sangatbaik}(x) \\
& = \begin{cases} 0; & x \leq 3 \\ \frac{x-3}{2}; & 3 \leq x \leq 5 \\ 1; & x \geq 5 \end{cases} \quad (6)
\end{aligned}$$

4. Himpunan *Fuzzy* Variabel Keputusan. Pada variabel keputusan didefinisikan dua himpunan *fuzzy* yaitu tidak layak dan layak. Untuk merepresentasikan variabel keputusan digunakan bentuk kurva bahu kiri untuk himpunan *fuzzy* tidak layak, dan bentuk kurva bahu kanan untuk himpunan *fuzzy* layak. Himpunan *fuzzy* untuk variabel keputusan ditunjukkan pada Gambar 6. Sumbu horizontal merupakan nilai input dari variabel keputusan

sedangkan sumbu vertikal merupakan tingkat keanggotaan dari nilai input. Fungsi keanggotaan dari variabel keputusan menggunakan persamaan 7. Setelah melakukan proses fuzzifikasi langkah selanjutnya adalah membentuk aturan fuzzy. Aturan ini dibentuk untuk menyatakan relasi antara input dan output. Setiap aturan terdiri dari tiga antiseden dan satu konsekuen, dengan operator yang digunakan untuk menghubungkan adalah operator AND. ( Sedangkan yang memetakan antara input dan output adalah “If-Then”, jumlah aturan yang terbentuk berdasarkan tiga himpunan fuzzy dari tiap variabel adalah sebanyak 27 aturan. Aturan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 7.

$$\begin{aligned}
& \mu_{tidaklayak}(z) \\
& = \begin{cases} 1; & z \leq 0 \\ \frac{50-z}{50}; & 0 \leq z \leq 50 \\ 0; & z \geq 50 \end{cases} \\
& \mu_{layak}(x) = \begin{cases} 0; & z \leq 50 \\ \frac{z-50}{50}; & 50 \leq z \leq 100 \\ 1; & z \geq 100 \end{cases} \quad (7)
\end{aligned}$$



**Gambar 6. Fungsi Keanggotaan Variabel Keputusan**

**Tabel 7 Aturan Fuzzy**

Rule	Pekerjaan	DSR	Kolektabilitas	Keputusan
R1	Sangat Baik	Sangat Baik	Tidak Baik	Layak
R2	Sangat Baik	Sangat Baik	Sangat Baik	Layak
R3	Sangat Baik	Sangat Baik	Cukup Baik	Tidak Layak
R4	Sangat Baik	Cukup Baik	Tidak Baik	Layak
R5	Sangat Baik	Cukup Baik	Sangat Baik	Tidak Layak
R6	Sangat Baik	Cukup Baik	Cukup Baik	Tidak Layak
R7	Sangat Baik	Tidak Baik	Tidak Baik	Layak
R8	Sangat Baik	Tidak Baik	Sangat Baik	Tidak Layak
R9	Sangat Baik	Tidak Baik	Cukup Baik	Tidak Layak
R10	Cukup Baik	Sangat Baik	Tidak Baik	Layak
R11	Cukup Baik	Sangat Baik	Sangat Baik	Layak
R12	Cukup Baik	Sangat Baik	Cukup Baik	Tidak Layak
R13	Cukup Baik	Cukup Baik	Tidak Baik	Layak
R14	Cukup Baik	Cukup Baik	Sangat Baik	Tidak Layak
R15	Cukup Baik	Cukup Baik	Cukup Baik	Tidak Layak
R16	Cukup Baik	Tidak Baik	Tidak Baik	Layak
R17	Cukup Baik	Tidak Baik	Tidak Baik	Tidak Layak
R18	Cukup Baik	Tidak Baik	Sangat Baik	Tidak Layak
R19	Tidak Baik	Sangat Baik	Cukup Baik	Layak
R20	Tidak Baik	Sangat Baik	Tidak Baik	Tidak Layak
R21	Tidak Baik	Sangat Baik	Sangat Baik	Tidak Layak
R22	Tidak Baik	Cukup Baik	Cukup Baik	Layak
R23	Tidak Baik	Cukup Baik	Tidak Baik	Tidak Layak
R24	Tidak Baik	Cukup Baik	Sangat Baik	Tidak Layak
R25	Tidak Baik	Tidak Baik	Cukup Baik	Tidak Layak
R26	Tidak Baik	Tidak Baik	Tidak Baik	Tidak Layak
R27	Tidak Baik	Tidak Baik	Sangat Baik	Tidak Layak

Setelah membentuk aturan *fuzzy* tahap selanjutnya melakukan analisa logika *fuzzy* dengan cara :

1. Menghitung nilai  $\alpha$ -predikat dari masing-masing aturan yang terdapat pada Tabel 7. Nilai  $\alpha$ -predikat didapat dengan fungsi implikasi *min* menggunakan persamaan 8.  $\alpha - predikat = \min[\mu_A(x), \mu_B(y)]$  (8)  $\alpha_i$  adalah nilai minimum dari himpunan kabur A dan B pada aturan ke-I,  $A_i(x)$  merupakan derajat keanggotaan x dari himpunan kabur A pada aturan ke-I,  $B_i(y) =$  derajat keanggotaan x dari himpunan kabur B pada aturan ke-i
2. Menghitung hasil inferensi secara tegas (*crisp*) masing-masing aturan yang terdapat

pada Tabel 7 dari masing-masing nilai  $\alpha$ -predikat yang telah diketahui.

Hasil dari himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan *fuzzy* yang terdapat pada tabel 7 selanjutnya dilakukan proses defuzzifikasi untuk mendapatkan nilai tegas menggunakan persamaan 9.

$$Z = \frac{\sum x_i \cdot \alpha_i}{\sum \alpha_i}, i = 1,2,3 \dots \quad (9)$$

Z merupakan nilai rata-rata terbobot,  $x_i$  adalah nilai konsekuen pada aturan ke-i dan  $\alpha_i$  merupakan nilai  $\alpha$ -predikat pada aturan ke-i

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pengujian dilakukan untuk melihat sejauh mana kebenaran dari analisis kredit

dengan implementasi metode fuzzy tsukamoto ini dapat bekerja. Hal pertama yang harus dilakukan adalah melakukan *input* nilai. Nilai yang harus diinput adalah pekerjaan calon debitur, jumlah penghasilan, jumlah pinjaman lainnya, jangka waktu pengajuan, jumlah pengajuan dan kolektabilitas dari calon debitur. Nilai yang diinput pekerjaan berupa PNS Guru Pemerintah Provinsi DKI Jakarta, penghasilan sebesar Rp 4.500.000,-, pinjaman sebesar Rp 1.000.000,-, jangka waktu 8 tahun, jumlah pengajuan Rp 50.000.000,-, dan kolektabilitasnya lancar.

Berikut adalah nilai yang telah diinput :

Setelah melakukan *input* nilai yang dibutuhkan, tahap selanjutnya mencari nilai *crisp* dari masing-masing variabel sebagai nilai *input* untuk proses fuzzifikasi dengan menggunakan tiga variabel yaitu : Variabel Pekerjaan, Variabel DSR, dan Variabel Kolektabilitas.

Nilai *crisp* variabel pekerjaan didapat dari bobot pekerjaan. Berdasarkan data debitur PNS Guru Pemerintah Provinsi DKI Jakarta yang memiliki bobot pekerjaan sebesar 10, sehingga nilai *crisp* dari variabel pekerjaan adalah 10. Sedangkan Nilai *crisp* variabel DSR didapat berdasarkan perhitungan nilai DSR menggunakan persamaan (1). Nilai DSR didapat dari hasil bagi antara nilai angsuran kredit dengan penghasilan yang sudah dikurangi dengan pinjaman lainnya sebesar Rp.937500, Selanjutnya menghitung nilai DSR menggunakan persamaan (2) dan nilai DSR yang didapat yaitu 26,8%. Batas

maksimal nilai DSR untuk PNS Guru Pemerintah Provinsi DKI Jakarta adalah 75%, sehingga nilai DSR yang didapat memenuhi syarat. Nilai *crisp* variabel DSR dengan nilai DSR yang didapat sebesar 26.8% dan maksimal nilai DSR 75% adalah 7. Dan nilai *crisp* variabel kolektabilitas didapat berdasarkan kolektabilitas dari calon debitur. Kolektabilitas dari calon debitur adalah Lancar sehingga nilai *crisp* variabel kolektabilitas adalah 5.

Setelah nilai *crisp* dari masing-masing variabel sudah didapat, tahap selanjutnya adalah melakukan proses fuzzifikasi dengan menentukan fungsi keanggotaan masing-masing variabel. Untuk fungsi keanggotaan Variabel Pekerjaan (Nilai *input crisp* = 10) dengan kriteria  $\mu_{\text{TidakBaik}}[10] = 0$ ,  $\mu_{\text{CukupBaik}}[10] = 0$ ,  $\mu_{\text{SangatBaik}}[10] = 1$ . Fungsi keanggotaan Variabel DSR (Nilai *input crisp* = 7) dengan kriteria  $\mu_{\text{TidakBaik}}[10] = 0$ ,  $\mu_{\text{CukupBaik}}[10] = 0,5$ ,  $\mu_{\text{SangatBaik}}[10] = 0,25$ . Dan Fungsi Keanggotaan Variabel Kolektabilitas (Nilai *input crisp* = 5) dengan kriteria  $\mu_{\text{TidakBaik}}[10] = 0$ ,  $\mu_{\text{CukupBaik}}[10] = 0$ ,  $\mu_{\text{SangatBaik}}[10] = 1$ .

Tahap selanjutnya mengolah *input fuzzy* menjadi *output fuzzy* dengan cara mengikuti aturan-aturan (*rule*) yang telah ditetapkan.. Mesin inferensi merupakan fungsi implikasi *min* untuk mendapat nilai  $\alpha$ -predikat tiap *rule*. Kemudian masing-masing nilai akan digunakan untuk menghitung *output* hasil inferensi secara tegas (*crisp*) masing-masing

rule (z) dengan menggunakan metode *tsukamoto*. Inferensi masing-masing rule dapat dilihat pada Tabel 8. Dapat dilihat pada salah satu record pada Tabel 8 yang berwarna kuning, rule R1 masing-masing variabel input memiliki himpunan fuzzy sangat baik dan variabel output memiliki himpunan fuzzy Layak. Nilai  $\alpha$ -predikat yang dihasilkan dengan melakukan perhitungan menggunakan persamaan (8) adalah 0,25 dan nilai Z yang dihasilkan adalah 62,5. Tahap Defuzzifikasi untuk mencari nilai tegas Z yang dicari dengan menggunakan rata-rata terbobot dengan

menggunakan persamaan (9) dan didapat nilai  $Z = 70,83$ , karena nilai Z lebih dari 50, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa calon debitur tersebut **Layak** untuk diberikan fasilitas kredit. Hasil ujicoba akan menghasilkan hasil analisis kelayakan calon debitur menggunakan metode fuzzy *tsukamoto*. Tampilan halaman hasil uji dapat dilihat pada Gambar 7. Pada bagian yang dilingkari dengan warna kuning adalah menu-menu yang terdapat pada aplikasi, bagian di dalam persegi panjang berwarna biru adalah tabel untuk menampilkan hasil uji analisis calon debitur.

**Tabel 8. Inferensi Contoh Perhitungan**

Rule	IF	Variabel Input			Variabel Output	$\alpha$ -predikat	Z
		Pekerjaan	DSR	Kolektabilitas			
R1	IF	Sangat Baik	Sangat Baik	Sangat Baik	Layak	0,25	62,5
R2	IF	Sangat Baik	Sangat Baik	Cukup Baik	Layak	0	50
R3	IF	Sangat Baik	Sangat Baik	Tidak Baik	Tidak Layak	0	50
R4	IF	Sangat Baik	Cukup Baik	Sangat Baik	Layak	0,5	75
R5	IF	Sangat Baik	Cukup Baik	Cukup Baik	Tidak Layak	0	50
R6	IF	Sangat Baik	Cukup Baik	Tidak Baik	Tidak Layak	0	50
R7	IF	Sangat Baik	Tidak Baik	Sangat Baik	Layak	0	50
R8	IF	Sangat Baik	Tidak Baik	Cukup Baik	Tidak Layak	0	50
R9	IF	Sangat Baik	Tidak Baik	Tidak Baik	Tidak Layak	0	50
R10	IF	Cukup Baik	Sangat Baik	Sangat Baik	Layak	0	50
R11	IF	Cukup Baik	Sangat Baik	Cukup Baik	Layak	0	50
R12	IF	Cukup Baik	Sangat Baik	Tidak Baik	Tidak Layak	0	50
R13	IF	Cukup Baik	Cukup Baik	Sangat Baik	Layak	0	50
R14	IF	Cukup Baik	Cukup Baik	Cukup Baik	Tidak Layak	0	50
R15	IF	Cukup Baik	Cukup Baik	Tidak Baik	Tidak Layak	0	50
R16	IF	Cukup Baik	Tidak Baik	Sangat Baik	Layak	0	50
R17	IF	Cukup Baik	Tidak Baik	Cukup Baik	Tidak Layak	0	50
R18	IF	Cukup Baik	Tidak Baik	Tidak Baik	Tidak Layak	0	50
R19	IF	Tidak Baik	Sangat Baik	Sangat Baik	Layak	0	50
R20	IF	Tidak Baik	Sangat Baik	Cukup Baik	Tidak Layak	0	50
R21	IF	Tidak Baik	Sangat Baik	Tidak Baik	Tidak Layak	0	50
R22	IF	Tidak Baik	Cukup Baik	Sangat Baik	Layak	0	50
R23	IF	Tidak Baik	Cukup Baik	Cukup Baik	Tidak Layak	0	50
R24	IF	Tidak Baik	Cukup Baik	Tidak Baik	Tidak Layak	0	50
R25	IF	Tidak Baik	Tidak Baik	Sangat Baik	Tidak Layak	0	50
R26	IF	Tidak Baik	Tidak Baik	Cukup Baik	Tidak Layak	0	50
R27	IF	Tidak Baik	Tidak Baik	Tidak Baik	Tidak Layak	0	50

No.	ID Calon Debitur	Nama Calon Debitur	Nilai	Tipe
1	4	Audi Purno Mahardika	75.000	LABOR
2	3	Purno	37.5	TIDAK LABOR

**Gambar 7. Hasil Penilaian Fuzzy**

## KESIMPULAN DAN SARAN

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian ini antara lain : Penelitian ini berhasil membentuk fungsi keanggotaan tiap variabel dari proses fuzzifikasi. Fungsi keanggotaan akan digunakan untuk menentukan keanggotaan dari nilai *crisp*. Penelitian ini berhasil membentuk nilai  $\alpha$ -predikat dan hasil inferensi secara tegas (*crisp*) dari proses inferensi. Nilai tegas (*crisp*) dari proses defuzzifikasi berhasil dihasilkan dalam menunjang keputusan kelayakan kredit. Aplikasi dapat menghasilkan keputusan kelayakan fasilitas kredit calon debitur Bank dari hasil defuzzifikasi. Pengembangan sistem ini dapat dilakukan dengan penggabungan metode sistem penunjang keputusan yang lain seperti SAW, AHP dan beberapa sistem penunjang keputusan lain, sehingga dapat meningkatkan subjektifitas hasil keputusan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A.A. Rahman, R.A. Latif, R. Muda, and M.A. Abdullah, "Failure and potential of profit-loss sharing contracts: a perspective of New Institutional", *Economic (NIE) Theory. Pacific-Basin Finance Journal*, 28(3), 136-151, June 2014.
- [2] A.S. Alshatti, "The effect of credit risk management on financial performance of Jordanian Commercial banks", *Investment Management & Financial Innovations*, 12(1), 338-345, April 30, 2015.
- [3] F. Li, Y. Zou, and C. Lions, "The Impact of credit risk management on profitability of commercial banks: A study of Europe", *Journal of Business and Economics*, 4(8), 1-93, 2014.
- [4] F.N Mismam, I. Bhatti, W. Lou, S. Samsudin, and N.H.A. Rahman, "Islamic Banks Credit Risk: A Panel Study", *Procedia Economics and Finance*, 31(3), 75-82, 2015.
- [5] I. Abiola, S. Olausi, "The Impact of credit risk management on commercial banks performance", *International Journal of Management and Sustainability*, 3(5), 295-306, 2014.

- [6] A. Lahsasna, "Evaluatooon of credit risk using evolutionary fuzzy logic scheme", *Master, Faculty of computer science and information of technology*, University of Malaya, 2019
- [7] Y. Hao, M. Usama, J. Yang, M. S. Hossain, Q. Liu, and A. Ghoneim, "Recurrent convolutional neural network based multimodal disease risk prediction," *Future Generation Computer Systems*, vol. 92, no. 1, pp. 76–83, 2019.
- [8] P. Ziemba, A. R. Zalas, and J. Becker, "Client evaluation decision models in the credit scoring tasks", *Procedia Computer Science*, Volume 176, 2020, Pages 3301-3309, ISSN 1877-0509
- [9] B. Nurdewanto, E. Sonalitha, F. Amrullah, and S. Ratih, "Aplikasi Market Matching Berbasis Fuzzy sebagai Penunjang Keputusan Ekspor Produk UMKM (Market Matching Application Based Fuzzy as Supporting MSMEs Product Export Decision)," *MATICS*, vol. 9, no. 2, p. 58, Dec 2017.
- [10] N. R. Sari, W. F. Mahmudy, and A. P. Wibawa, "Mengukur Performa Model TSK Fuzzy Logic Menggunakan Faktor Eksternal untuk Peramalan Laju Inflasi (Measuring the Performance of Fuzzy Logic TSK Model Using External Factors for Inflation Rate Forecasting)", *MATICS*, vol. 9, no. 1, p. 27, March 2017.
- [11] S.Y. Irianto, Fitria, "Penerapan Metode Fuzzy Inference System Tsukamoto Pada Sistem Pendukung Keputusan Untuk Penerimaan Beasiswa", *Jurnal Informatika*, 16(1), pp. 10–24, 2016.
- [12] H. Awliya, S.N. Endah, "Aplikasi Penentuan Penerima Kredit Usaha Rakyat Menggunakan Model Fuzzy Tsukamoto", *Jurnal SIFO Mikroskill*, 17(2), pp. 163–170, 2016.
- [13] Marsono, S.N. Arif, and I. Zulkarnain, "Penerapan Metode Tsukamoto Dalam Pemberian Kredit Sepeda Motor Bekas Pada Pt Tri Jaya Motor", *Jurnal SAINTIKOM*, 16(1), pp. 87–100, 2017.
- [14] M. Yusida, D. Kartini, A. Farmadi, R.A Nugroho, and Muliadi "Implementasi Fuzzy Tsukamoto Dalam Penentuan Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Karet Dan Kelapa Sawit", *Klik - Kumpulan Jurnal Ilmu Komputer*, 4(2), p. 233. doi: 10.20527/klik.v4i2.115, 2018.
- [15] N.S Tanjung, K. Tampubolon, M. Sianturi, and Suginam "Modal Usaha Menerapkan Metode Fuzy Tsukamoto (Studi Kasus: PT . BPR Bina Barumun)", *Konferensi Nasional Teknologi Informasi dan Komputer*, vol. 2, pp. 376–381, 2018.