

APLIKASI PENGAMBILAN KEPUTUSAN DENGAN METODE TSUKAMOTO PADA PENENTUAN TINGKAT KEPUASAN PELANGGAN (STUDI KASUS DI TOKO KENCANA KEDIRI)

¹Venny Riana Agustin, ²Wahyu H. Irawan

¹Jurusan Matematika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

²Jurusan Matematika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

Email: agustinvenny@gmail.com

ABSTRAK

Metode Tsukamoto merupakan salah satu metode *fuzzy inference system* pada logika kabur untuk pengambilan keputusan. Tahapan pengambilan keputusan pada metode ini yaitu pengaburan (proses mengubah masukan tegas menjadi masukan kabur), pembentukan aturan kabur, analisis logika kabur, penegasan, serta penarikan kesimpulan dan interpretasi hasil. Hasil yang diperoleh, metode Tsukamoto bekerja melalui tahapan pengaburan (proses mengubah masukan tegas menjadi masukan kabur), pembentukan aturan kabur dengan rumus umum IF a adalah A THEN b adalah B , analisis logika kabur untuk mendapatkan nilai α tiap aturan, penegasan dengan rata-rata terbobot, serta penarikan kesimpulan dan interpretasi hasil. Pada contoh kasus pelanggan dengan nilai 16 kualitas pelayanan, nilai 17 kualitas barang, dan nilai 16 pada harga, diperoleh hasil dengan nilai kepuasan 45,29063 dan tingkat kepuasannya adalah rendah.

Kata kunci: logika kabur, metode Tsukamoto, kepuasan pelanggan

ABSTRACT

Tsukamoto method is one method of fuzzy inference system on fuzzy logic for decision making. Steps of the decision making in this method, namely fuzzyfication (process changing the input into kabur), the establishment of fuzzy rules, fuzzy logic analysis, defuzzyfication (affirmation), as well as the conclusion and interpretation of the results. The results from this research are steps of the decision making in Tsukamoto method, namely fuzzyfication (process changing the input into kabur), the establishment of fuzzy rules by the general form IF a is A THEN b is B , fuzzy logic analysis to get α in every rule, defuzzyfication (affirmation) by weighted average method, as well as the conclusion and interpretation of the results. On customers at the case, in value of 16 the quality of services, the value of 17 the quality of goods, and value of 16 a price, a value of the results is 45,29063 and the level is low satisfaction.

Keyword: fuzzy logic, Tsukamoto method, customer satisfaction

PENDAHULUAN

Ilmu matematika semakin berkembang seiring dengan kesadaran kemudahan menggunakannya dalam berbagai hal. Berbagai bidang ilmu matematika seperti aljabar, terapan, dan komputer banyak dijumpai untuk menyelesaikan suatu permasalahan. Salah satu ilmu matematika dalam bidang aljabar yang dapat diterapkan langsung dalam kehidupan yakni logika kabur.

Logika kabur merupakan cabang yang menginterpretasikan pernyataan yang samar menjadi sebuah pengertian yang logis. Dalam kehidupan sehari-hari, tidak semua perkara bernilai dua hal, benar dan salah. Ada pernyataan yang bernilai tidak benar, benar, dan benar sekali.

Dalam menyelesaikan pernyataan di atas, secara umum logika kabur mempunyai 3 metode yaitu metode Mamdani, metode Sugeno, dan

metode Tsukamoto. Pada metode Tsukamoto, implikasi setiap aturan berbentuk implikasi "sebab-akibat" atau implikasi "input-output" dimana antara sebab (anteseden) dan akibat (konsekuen) harus ada hubungannya. Setiap aturan direpresentasikan menggunakan himpunan kabur, dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Kemudian untuk menentukan hasil tegas digunakan rumus penegasan (defuzzyfikasi).

Artikel ini merupakan upaya untuk mengaplikasikan logika kabur pada pemasaran dalam rangka pengembangan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui langkah-langkah aplikasi pengambilan keputusan dengan metode Tsukamoto dalam menentukan tingkat kepuasan pelanggan Toko Kencana Kediri.

KAJIAN TEORI

1. Himpunan Kabur

Himpunan kabur adalah suatu himpunan yang berisi unsur-unsur yang memiliki tingkat keanggotaan yang bervariasi dari himpunan. Hal ini bertolak belakang dengan himpunan klasik, atau tegas, karena anggota himpunan tegas tidak akan menjadi anggota kecuali keanggotaannya penuh atau lengkap. Anggota dalam himpunan kabur karena keanggotaannya tidak perlu lengkap maka anggota kabur yang lain juga dapat menjadi anggota di semesta yang sama [1].

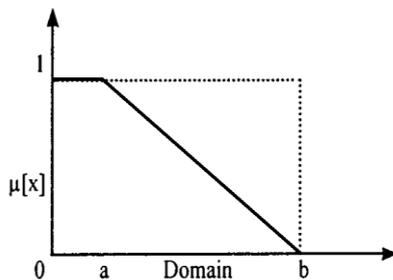
2. Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan [2].

a. Fungsi keanggotaan linier turun

Representasi linier turun merupakan kebalikan dari linier naik. Garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah.

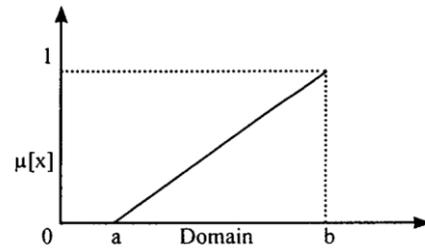
$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & x \geq b \\ \frac{b-x}{b-a} & a \leq x \leq b \\ 1 & x \leq a \end{cases}$$



b. Fungsi keanggotaan linier naik

Garis lurus dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi.

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



3. Aturan Kabur JIKA-MAKA

Aturan umum kabur JIKA-MAKA mempunyai bentuk "JIKA a_1 adalah A_1 DAN ... DAN a_n adalah A_n MAKA b adalah B ". Dengan A dan B adalah nilai linguistik yang dinyatakan dengan himpunan kabur dalam semesta pembicaraan. " a_1 adalah A_1 " dan " a_n adalah A_n " disebut sebagai anteseden, sedangkan " b adalah B " disebut konsekuen [3].

4. Sistem Kendali Kabur

Sistem kendali kabur merupakan sistem yang berfungsi untuk mengendalikan proses tertentu dengan menggunakan aturan inferensi berdasarkan logika kabur. [4] menyebutkan bahwa pada dasarnya sistem kendali semacam itu terdiri dari 4 unit, yaitu:

1. Pengaburan (Fuzzyfikasi)

Karena sistem kendali logika kabur bekerja dengan kaidah dan masukan kabur, maka langkah pertama adalah mengubah masukan yang tegas yang diterima menjadi masukan kabur. Untuk masing-masing variabel masukan ditentukan suatu fungsi fuzzyfikasi yang akan mengubah nilai variabel masukan yang tegas (biasanya dinyatakan dalam bilangan real) menjadi nilai pendekatan kabur. Jadi, fungsi fuzzyfikasi adalah pemetaan $f: \mathbb{R} \rightarrow K$, dimana K adalah suatu kelas himpunan kabur dalam semesta \mathbb{R} .

2. Basis pengetahuan

Basis data (*data base*), memuat fungsi-fungsi keanggotaan dari himpunan-himpunan kabur yang terkait dengan nilai dari variabel linguistik yang dipakai. Basis kaidah (*rule base*), memuat kaidah-kaidah berupa implikasi kabur.

3. Penalaran logika kabur

Masukan kabur hasil pengolahan fuzzyfikasi diterima oleh penalaran untuk disimpulkan berdasarkan kaidah-kaidah yang tersedia dalam basis pengetahuan. Penarikan kesimpulan itu dilaksanakan berdasarkan aturan modus ponens.

4. Penegasan (Defuzzyfikasi)

Kesimpulan/keluaran dari sistem kendali kabur adalah suatu himpunan kabur. Karena sistem tersebut hanya dapat mengeksekusikan

nilai yang tegas, maka diperlukan suatu mekanisme untuk mengubah nilai kabur keluaran itu menjadi nilai yang tegas. Fungsi penegasan adalah suatu pemetaan $t: K \rightarrow \mathbb{R}$, dimana K adalah suatu kelas himpunan kabur, yang memetakan suatu himpunan kabur ke suatu bilangan real yang tegas.

5. Teknik Pengambilan Keputusan Metode Tsukamoto

Pada metode Tsukamoto, sebagai akibat dari aturan masing-masing kabur yang direpresentasikan oleh himpunan kabur dengan fungsi keanggotaan monoton, terkadang disebut fungsi *shoulder*. Output dari masing-masing aturan bernilai tegas yang terimbas dari nilai keanggotaan. Keseluruhan output dihitung dengan rata-rata terbobot dari output masing-masing aturan. Karena setiap aturan mengambil kesimpulan outputnya bernilai tegas maka keseluruhan output model Tsukamoto juga menghindari proses lama dari penegasan. Karena fungsi keanggotaan output khusus diperlukan dari metode ini, maka hal ini tidak berguna sebagai pendekatan umum dan harus dikerjakan pada kondisi spesifik [1].

PEMBAHASAN

Pada penentuan tingkat kepuasan pelanggan, variabel input yang digunakan adalah kualitas pelayanan, kualitas barang, dan harga. Serta variabel output yang digunakan adalah kepuasan pelanggan. Langkah awal yang dilakukan adalah membentuk himpunan kabur kemudian membentuk aturan JIKA-MAKA. Data input yang diperoleh dikelompokkan berdasarkan himpunan kabur. Kemudian memetakan data input ke fungsi keanggotaan untuk diperoleh derajat keanggotaan dari masing-masing data input. Derajat keanggotaan digunakan untuk mencari nilai α – *predikat* dari masing-masing aturan. Penegasan dengan rata-rata terbobot merupakan langkah terakhir yang kemudian dapat ditarik kesimpulan dan interpretasi hasil. Berikut ini tahap-tahap dari metode Tsukamoto:

Pengaburan merupakan langkah awal pada analisis logika kabur. Karena analisis bersifat kabur, maka data input yang digunakan harus bersifat kabur. Oleh karena itu, diperlukan proses mengubah data input tegas menjadi kabur.

Pembentukan himpunan kabur digunakan untuk mendefinisikan nilai-nilai input tegas. Setiap himpunan kabur mempunyai domain yang nilainya terdefinisi di semesta pembicaraan. Pada penelitian ini digunakan beberapa variabel dalam menentukan tingkat kepuasan pelanggan. Variabel kualitas pelayanan, kualitas barang, dan harga sebagai variabel input. Serta variabel kepuasan pelanggan sebagai variabel output. Data diperoleh dari hasil kuesioner dan dinyatakan dengan

himpunan kabur yang tercantum pada tabel sebagai berikut:

Tabel 1 Himpunan Kabur

Fungsi	Variabel	Himpunan Kabur	Semesta Pembicaraan	Domain
Input	Kualitas Pelayanan	Tidak Ramah	[13,21]	[13,17]
		Ramah		[15,19]
		Sangat Ramah		[17,21]
	Barang	Tidak Bagus	[12,21]	[12, 16,5]
		Bagus		[14,5, 18,5]
		Sangat Bagus		[16,5, 21]
Harga	Tidak Murah	[12,18]	[12,15]	
	Murah		[13,5, 16,5]	
	Sangat Murah		[15,18]	
Output	Kepuasan Pelanggan	Rendah	[0,100]	[0,75]
		Tinggi		[25,100]

Himpunan kabur diperlukan untuk merepresentasikan variabel kabur dengan membentuk fungsi keanggotaan. Fungsi keanggotaan mendefinisikan titik-titik himpunan kabur ke dalam derajat keanggotaan dengan selang tertutup $[0,1]$ pada suatu variabel kabur tertentu. Sehingga diperoleh fungsi keanggotaan untuk kualitas pelayanan tidak ramah (PTR) sebagai berikut:

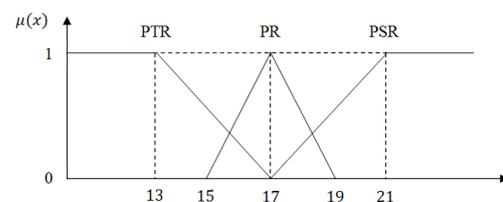
$$\mu_{PTR}(x) = \begin{cases} 1 & x \leq 13 \\ \frac{17-x}{17-13} & 13 \leq x \leq 17 \\ 0 & x \geq 17 \end{cases} \quad (1)$$

Fungsi keanggotaan untuk kualitas pelayanan ramah (PR) sebagai berikut:

$$\mu_{PR}(x) = \begin{cases} 1 & x = 17 \\ \frac{x-15}{17-15} & 15 \leq x \leq 17 \\ \frac{19-x}{19-17} & 17 \leq x \leq 19 \\ 0 & x \geq 19 \vee x \leq 15 \end{cases} \quad (2)$$

Fungsi keanggotaan untuk kualitas pelayanan sangat ramah (PSR) sebagai berikut:

$$\mu_{PSR}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 17 \\ \frac{x-17}{21-17} & 17 \leq x \leq 21 \\ 1 & x \geq 21 \end{cases} \quad (3)$$



Gambar 1 Representasi Variabel Kualitas Pelayanan

Fungsi keanggotaan untuk kualitas barang tidak bagus (BTB) sebagai berikut:

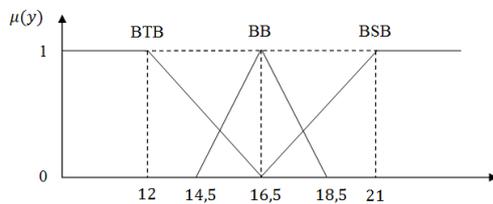
$$\mu_{BTB}(y) = \begin{cases} 1 & y \leq 12 \\ \frac{16,5 - y}{16,5 - 12} & 12 \leq y \leq 16,5 \\ 0 & y \geq 16,5 \end{cases} \quad (4)$$

Fungsi keanggotaan untuk kualitas barang bagus (BB) sebagai berikut:

$$\mu_{BB}(y) = \begin{cases} 1 & y = 16,5 \\ \frac{y - 14,5}{16,5 - 14,5} & 14,5 \leq y \leq 16,5 \\ \frac{18,5 - y}{18,5 - 16,5} & 16,5 \leq y \leq 18,5 \\ 0 & y \geq 18,5 \vee y \leq 14,5 \end{cases} \quad (5)$$

Fungsi keanggotaan untuk kualitas barang sangat bagus (BSB) sebagai berikut:

$$\mu_{BSB}(y) = \begin{cases} 0 & y \leq 16,5 \\ \frac{y - 16,5}{21 - 16,5} & 16,5 \leq y \leq 21 \\ 1 & y \geq 21 \end{cases} \quad (6)$$



Gambar 2 Representasi Variabel Kualitas Barang

Fungsi keanggotaan untuk harga tidak murah (HTM) sebagai berikut:

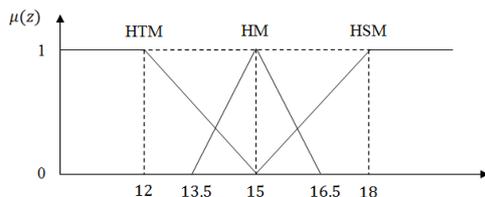
$$\mu_{HTM}(z) = \begin{cases} 1 & z \leq 12 \\ \frac{15 - z}{15 - 12} & 12 \leq z \leq 15 \\ 0 & z \geq 15 \end{cases} \quad (7)$$

Fungsi keanggotaan untuk harga murah (HM) sebagai berikut:

$$\mu_{HM}(z) = \begin{cases} 1 & z = 15 \\ \frac{z - 13,5}{15 - 13,5} & 13,5 \leq z \leq 15 \\ \frac{16,5 - z}{16,5 - 15} & 15 \leq z \leq 16,5 \\ 0 & x \geq 16,5 \vee x \leq 13,5 \end{cases} \quad (8)$$

Fungsi keanggotaan untuk harga sangat murah (HSM) sebagai berikut:

$$\mu_{HSM}(z) = \begin{cases} 0 & z \leq 15 \\ \frac{z - 15}{18 - 15} & 15 \leq z \leq 18 \\ 1 & z \geq 18 \end{cases} \quad (9)$$

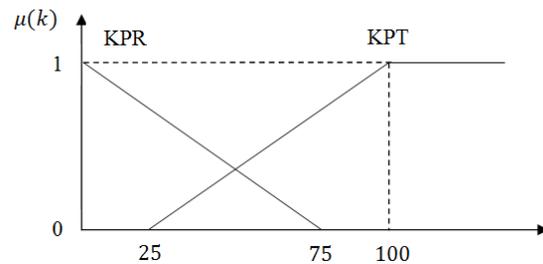


Gambar 3 Representasi Variabel Harga
Fungsi keanggotaan untuk kepuasan pelanggan rendah (KPR) sebagai berikut:

$$\mu_{KPR}(k) = \begin{cases} 1 & k \leq 0 \\ \frac{75 - k}{75} & 0 \leq k \leq 75 \\ 0 & k \geq 75 \end{cases} \quad (10)$$

Fungsi keanggotaan untuk kepuasan pelanggan tinggi (KPT) sebagai berikut:

$$\mu_{KPT}(k) = \begin{cases} 0 & k \leq 25 \\ \frac{k - 25}{100 - 25} & 25 \leq k \leq 100 \\ 1 & k \geq 100 \end{cases} \quad (11)$$



Gambar 4 Representasi Variabel Kepuasan Pelanggan

Logika kabur bekerja berdasarkan aturan-aturan yang dibentuk dengan aturan JIKA-MAKA. Aturan ini dibentuk untuk menyatakan hubungan input- output. Dari 3 variabel kabur dan 3 himpunan kabur di atas, diperoleh 27 aturan. Setiap aturan mempunyai 3 antesenden yang menggunakan operator DAN dan 1 konsekuen. Berdasarkan hasil penelitian tentang faktor yang paling dominan pada kepuasan pelanggan toko, diketahui setiap daerah memiliki hasil yang berbeda. Sehingga, pada pembentukan aturan kabur digunakan aturan umum bahwa faktor kepuasan pelanggan memiliki pengaruh yang sama besar.

Tabel 2 Aturan-Aturan Kabur

		Pelayanan	Barang	Harga		Kepuasan
[R1]	JIKA	Tidak Ramah	Sangat Bagus	Sangat Murah	MAKA	Tinggi
[R2]	JIKA	Tidak Ramah	Sangat Bagus	Murah	MAKA	Tinggi
[R3]	JIKA	Tidak Ramah	Bagus	Sangat Murah	MAKA	Tinggi
[R4]	JIKA	Ramah	Sangat Bagus	Sangat Murah	MAKA	Tinggi
[R5]	JIKA	Ramah	Sangat Bagus	Murah	MAKA	Tinggi
[R6]	JIKA	Ramah	Sangat Bagus	Tidak Murah	MAKA	Tinggi
[R7]	JIKA	Ramah	Bagus	Sangat Murah	MAKA	Tinggi
[R8]	JIKA	Ramah	Bagus	Murah	MAKA	Tinggi
[R9]	JIKA	Ramah	Tidak Bagus	Sangat Murah	MAKA	Tinggi
[R10]	JIKA	Sangat Ramah	Sangat Bagus	Sangat Murah	MAKA	Tinggi
[R11]	JIKA	Sangat Ramah	Sangat Bagus	Murah	MAKA	Tinggi
[R12]	JIKA	Sangat Ramah	Sangat Bagus	Tidak Murah	MAKA	Tinggi

[R13]	JIKA	Sangat Ramah	Bagus	Sangat Murah	MAKA	Tinggi
[R14]	JIKA	Sangat Ramah	Bagus	Murah	MAKA	Tinggi
[R15]	JIKA	Sangat Ramah	Bagus	Tidak Murah	MAKA	Tinggi
[R16]	JIKA	Sangat Ramah	Tidak Bagus	Sangat Murah	MAKA	Tinggi
[R17]	JIKA	Sangat Ramah	Tidak Bagus	Murah	MAKA	Tinggi
[R18]	JIKA	Tidak Ramah	Sangat Bagus	Tidak Murah	MAKA	Rendah
[R19]	JIKA	Tidak Ramah	Bagus	Murah	MAKA	Rendah
[R20]	JIKA	Tidak Ramah	Bagus	Tidak Murah	MAKA	Rendah
[R21]	JIKA	Tidak Ramah	Tidak Bagus	Sangat Murah	MAKA	Rendah
[R22]	JIKA	Tidak Ramah	Tidak Bagus	Murah	MAKA	Rendah
[R23]	JIKA	Tidak Ramah	Tidak Bagus	Tidak Murah	MAKA	Rendah
[R24]	JIKA	Ramah	Bagus	Tidak Murah	MAKA	Rendah
[R25]	JIKA	Ramah	Tidak Bagus	Murah	MAKA	Rendah
[R26]	JIKA	Ramah	Tidak Bagus	Tidak Murah	MAKA	Rendah
[R27]	JIKA	Sangat Ramah	Tidak Bagus	Tidak Murah	MAKA	Rendah

Aturan-aturan kabur di atas merupakan suatu pernyataan implikasi yang antar variabel inputnya dihubungkan dengan operator DAN. Sehingga untuk mencari nilai α – predikat tiap-tiap aturan digunakan fungsi implikasi MIN (minimal), yaitu mengambil derajat keanggotaan terkecil dari variabel kualitas pelayanan, kualitas barang, dan harga.

$\alpha_i = \mu_{P \cap B \cap H} = \min(\mu_{P_i}(x), \mu_{B_i}(y), \mu_{H_i}(z))$
dimana
 α adalah α – predikat pada aturan ke- i
 $\mu_P(x)$ adalah derajat keanggotaan kualitas pelayanan pada aturan ke- i
 $\mu_B(y)$ adalah derajat keanggotaan kualitas barang pada aturan ke- i
 $\mu_H(z)$ adalah derajat keanggotaan harga pada aturan ke- i .

Pengambilan keputusan menggunakan metode Tsukamoto pada setiap aturan untuk mendapat nilai output (k) yang tegas berupa tingkat kepuasan pelanggan. Hasil akhir berupa output nilai k diperoleh dengan menggunakan metode rata-rata terbobot:

$$k = \frac{\sum k_i \alpha_i}{\sum \alpha_i}$$

dimana
 k adalah nilai tingkat kepuasan pelanggan
 k_i adalah nilai tingkat kepuasan pelanggan masing-masing aturan
 α_i adalah nilai α – predikat masing-masing aturan.

Hasil dari penegasan di atas diambil kesimpulan dan diinterpretasikan pada himpunan kabur yang telah dibentuk. Hasil output berupa nilai sehingga dapat diketahui tingkatan kepuasan pelanggan toko dari tiap-tiap pelanggan.

Contoh kasus pelanggan toko memberikan nilai 16 pada kualitas pelayanan, nilai 17 pada kualitas barang, dan nilai 16 pada harga. Pemilik toko ingin mengetahui seberapa besar tingkat kepuasan pelanggan tersebut.

Seperti pada Gambar 4.1 dengan fungsi keanggotaan pada persamaan (4.1), (4.2), dan (4.3), diperoleh:

$$\begin{aligned} \mu_{PTR}(16) &= \frac{17 - 16}{17 - 13} = 0,25 \\ \mu_{PR}(16) &= \frac{16 - 15}{17 - 15} = 0,5 \\ \mu_{PSR}(16) &= 0 \end{aligned}$$

Seperti pada Gambar 4.2 dengan fungsi keanggotaan pada persamaan (4.4), (4.5), dan (4.6), diperoleh:

$$\begin{aligned} \mu_{BTB}(17) &= 0 \\ \mu_{BB}(17) &= \frac{18,5 - 17}{18,5 - 16,5} = 0,75 \\ \mu_{BSB}(17) &= \frac{17 - 16,5}{21 - 16,5} = 0,11 \end{aligned}$$

Seperti pada Gambar 4.3 dengan fungsi keanggotaan pada persamaan (4.7), (4.8), dan (4.9), diperoleh:

$$\begin{aligned} \mu_{HTM}(16) &= 0 \\ \mu_{HM}(16) &= \frac{16,5 - 16}{16,5 - 15} = 0,33 \\ \mu_{HSM}(16) &= \frac{z - 15}{18 - 15} = 0,33 \end{aligned}$$

Dengan nilai derajat keanggotaan yang diperoleh sehingga menghasilkan α_i sekaligus k_i tiap aturan sebagai berikut:

[R1] Jika pelayanan TIDAK RAMAH dan barang SANGAT BAGUS dan harga SANGAT MURAH maka kepuasan TINGGI

$$\alpha_1 = \min(0,25, 0,11, 0,33) = 0,11$$

$$\mu_{KPT}(k) = \frac{k_1 - 25}{100 - 25} \Leftrightarrow k_1 = 33,25$$

[R2] Jika pelayanan TIDAK RAMAH dan barang SANGAT BAGUS dan harga MURAH maka kepuasan TINGGI

$$\alpha_2 = \min(0,25, 0,11, 0,33) = 0,11$$

$$\mu_{KPT}(k) = \frac{k_2 - 25}{100 - 25} \Leftrightarrow k_2 = 33,25$$

[R3] Jika pelayanan TIDAK RAMAH dan barang BAGUS dan harga SANGAT MURAH maka kepuasan TINGGI

$$\alpha_3 = \min(0,25, 0,75, 0,33) = 0,25$$

$$\mu_{KPT}(k) = \frac{k_3 - 25}{100 - 25} \Leftrightarrow k_3 = 43,75$$

[R4] Jika pelayanan RAMAH dan barang SANGAT BAGUS dan harga SANGAT MURAH maka kepuasan TINGGI

$$\alpha_4 = \min(0,5, 0,11, 0,33) = 0,11$$

$$\mu_{KPT}(k) = \frac{k_4 - 25}{100 - 25} \Leftrightarrow k_4 = 33,25$$

[R5] Jika pelayanan RAMAH dan barang SANGAT BAGUS dan harga MURAH maka kepuasan TINGGI

$$\alpha_5 = \min(0,5, 0,11, 0,33) = 0,11$$

$$\mu_{KPT}(k) = \frac{k_5 - 25}{100 - 25} \Leftrightarrow k_5 = 33,25$$

[R7] Jika pelayanan RAMAH dan barang BAGUS dan harga SANGAT MURAH maka kepuasan TINGGI

$$\alpha_7 = \min(0,5, 0,75, 0,33) = 0,33$$

$$\mu_{KPT}(k) = \frac{k_7 - 25}{100 - 25} \Leftrightarrow k_7 = 49,75$$

[R8] Jika pelayanan RAMAH dan barang BAGUS dan harga MURAH maka kepuasan TINGGI

$$\alpha_8 = \min(0,5, 0,75, 0,33) = 0,33$$

$$\mu_{KPT}(k) = \frac{k_8 - 25}{100 - 25} \Leftrightarrow k_8 = 49,75$$

[R19] Jika pelayanan TIDAK RAMAH dan barang BAGUS dan harga MURAH maka kepuasan RENDAH

$$\alpha_{19} = \min(0,25, 0,75, 0,33) = 0,25$$

$$\mu_{KPT}(k) = \frac{75 - k_{19}}{75} \Leftrightarrow k_{19} = 56,25$$

Dari proses dan hasil di atas, maka diperoleh nilai tingkat kepuasan pelanggan (k) sebagai berikut:

$$k = \frac{\sum k_i \alpha_i}{\sum \alpha_i} = 45,29063$$

Jadi, pelanggan toko yang memberikan nilai 16 pada kualitas pelayanan, nilai 17 pada kualitas barang, dan nilai 16 pada harga mempunyai nilai kepuasan sebesar 45,29063 dan tingkat kepuasannya adalah rendah.

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan, maka diperoleh kesimpulan bahwa aplikasi metode Tsukamoto pada tingkat kepuasan pelanggan bekerja melalui 5 tahap yaitu:

- Pengaburan (Fuzzyfikasi), mengubah nilai input tegas menjadi nilai input kabur dengan variabel input kualitas pelayanan, kualitas barang, harga, dan variabel output kepuasan pelanggan.
- Pembentukan aturan kabur dengan operator antar variabel input adalah operator DAN.
- Analisis logika kabur yang digunakan adalah fungsi implikasi MIN karena operator yang digunakan pada aturan adalah operator DAN.
- Penegasan (Defuzzyfikasi) menggunakan metode rata-rata terbobot.
- Penarikan kesimpulan dan interpretasi hasil.

Pada contoh kasus pelanggan yang memberikan nilai 16 pada kualitas pelayanan, nilai 17 pada

kualitas barang, dan nilai 16 pada harga mempunyai nilai sebesar 45,29063 dan tingkat kepuasannya adalah rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. J. Ross, Fuzzy Logic with Engineering Applications Third Edition, Mexico: John Wiley & Sons, Ltd, 2010.
- [2] S. Kusumadewi and H. Purnomo, Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2004.
- [3] G. Chen and T. T. Pham, Introductions to Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, and Fuzzy Control Systems, New York: CRC Press, 2001.
- [4] F. Susilo, Himpunan dan Logika Kabur serta Aplikasinya, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2006.