

ARTIFICIAL INTELEGENCE

UJIAN TENGAH SEMESTER



Nama : Nurul Fitria

Nim : 09011282025042

Kelas : SK4B

Dosen Pengampuh : PROF. DR. IR. Siti Nurmaini, M.T

SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022

Customer Satisfaction Level Analysis Using Fuzzy Mamdani

Abstrak

Ketatnya kondisi persaingan pasar mengharuskan setiap perusahaan berpacu supaya tetap eksis di pasar. Agar tetap dapat bertahan dalam persaingan pasar, perusahaan harus memperhatikan kepuasan pelanggan. Untuk mengukur kepuasan pelanggan, perusahaan senantiasa harus memperhatikan rasa makanan dan kualitas pelayanannya. Pengaruh rasa makanan dan kualitas pelayanan terhadap kepuasan pelanggan dianalisis menggunakan fuzzy Mamdani dengan bantuan software Jupyter Notebook. Untuk mendapatkan output dilakukan beberapa tahapan dalam perancangan sistem yaitu: pembentukan himpunan fuzzy, aplikasi fungsi implikasi, komposisi aturan, dan defuzzifikasi.

Kata Kunci : Fuzzy, mamdani, komposisi aturan, defuzzifikasi, Kepuasan Pelanggan.

I. PENDAHULUAN

Ketatnya persaingan dalam pemasaran juga konsumen yang semakin selektif memilih produk mengharuskan Busrain Bakery selaku toko roti untuk selalu meningkatkan kualitas pelayanannya pada pelanggan. Kepuasan pelayanan merupakan hal yang sangat penting dalam pemasaran. Jika pelanggan puas maka dapat dipastikan toko tersebut menjadi langganannya, sebaliknya ketidakpuasan pelanggan menyebabkan ia beralih ke toko yang lain. Untuk meningkatkan kualitas pelayanan dan kualitas makanan, harus mengevaluasi pelayanan dan kualitas makanan yang diberikan kepada konsumen sebelumnya, apakah telah sesuai dengan harapan dan keinginan konsumen atau belum. Setelah mengevaluasinya, maka selanjutnya menentukan variabel untuk penilaian kepuasan konsumen/pelanggan kedepan-nya. Dengan menggunakan logika fuzzy, nantinya akan dihasilkan suatu model fuzzy Mamdani yang dapat menganalisa tingkat kepuasan pelayanan dan kualitas makanan pada pelanggan.

II. LANDASAN TEORI

1. Logika Fuzzy

Dalam kamus Oxford, istilah fuzzy didefinisikan sebagai blurred (kabur atau remang remang), indistinct (tidak jelas), imprecisely defined (didefinisikan secara tidak presisi), confused (membingungkan), vague (tidak jelas). Kata fuzzy lebih dipandang sebagai sebuah technical adjective dalam teorinya. Yang dimaksud dengan sistem fuzzy adalah sebuah sistem yang dibangun dengan definisi, cara kerja, dan deskripsi yang jelas berdasar pada fuzzy logic. Yang ingin ditekankan disini adalah bahwa meskipun sebuah fenomena yang akan dimodelkan dengan sistem fuzzy adalah bersifat fuzzy, sistem fuzzy yang dibangun untuk memodelkan fenomena tersebut mempunyai definisi cara kerja dan deskripsi yang jelas berdasar pada teori fuzzy logic.

Logika fuzzy merupakan salah satu komponen pembentuk soft computing. Logika fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Dasar logika fuzzy adalah teori himpunan fuzzy. Pada teori himpunan fuzzy, peranan derajat keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangatlah penting. Nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan atau membership function menjadi ciri utama dari penalaran dengan logika fuzzy tersebut (Kusumadewi, 2010). Logika fuzzy dapat dianggap sebagai kotak hitam yang menghubungkan antara ruang input menuju ruang output (Gelley, 2000, dari Kusumadewi, 2010). Kotak hitam tersebut berisi cara atau metode yang dapat digunakan untuk mengolah data input menjadi output dalam bentuk informasi yang baik.

a) Himpunan Fuzzy

Pada himpunan tegas (crisp), nilai keanggotaan suatu item x dalam suatu himpunan A , yang sering ditulis dengan $\mu_A(X)$, memiliki dua kemungkinan, yaitu :

1. Satu (1), yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan, atau
2. Nol (0), yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan.

b) Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data kedalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi.

c) Operator Dasar Zadeh Untuk Operasi himpunan Fuzzy

Seperti halnya himpunan konvensional, ada beberapa operasi yang didefinisikan secara khusus untuk mengkombinasi dan memodifikasi himpunan fuzzy. Nilai keanggotaan sebagai hasil dari operasi 2 himpunan sering dikenal dengan nama fire strength. Ada 3 operator dasar yang diciptakan oleh Zadeh, yaitu (Cox dalam Kusumadewi, 1994) :

1. Operator AND

Operator ini berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan. Fire strength sebagai hasil operasi dengan operator AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A(x), \mu_B(y))$$

2. Operator OR

Operator ini berhubungan dengan operasi union pada himpunan. Fire strength sebagai hasil operasi dengan operator OR diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antarelemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \cup B} = \max(\mu_A(x), \mu_B(y))$$

3. Operator NOT

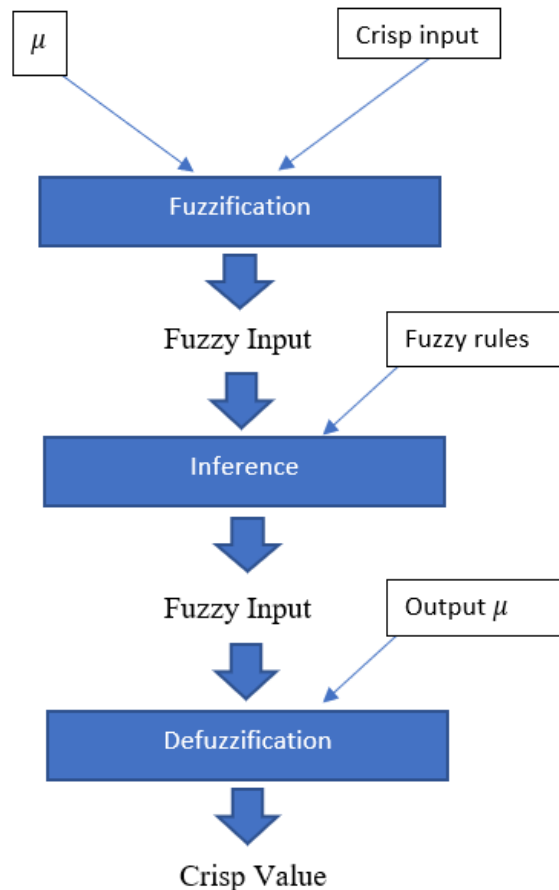
Operator ini berhubungan dengan operasi komplemen pada himpunan. Fire strength sebagai hasil operasi dengan operator NOT diperoleh dengan mengurangi nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari 1.

$$\mu_{A'} = 1 - \mu_A(x)$$

2. Metode Fuzzy Mamdani

Mamdani sering dikenal sebagai metode Max-Min. Metode yang dikenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975 ini adalah metode yang paling sering digunakan karena metode yang pertama kali dibangun dan berhasil diterapkan dalam rancang bangun sistem kontrol menggunakan teori himpunan fuzzy.

Ada 4 tahapan dalam fuzzy Mamdani untuk mendapatkan output:



Gambar 1. Diagram blok Fuzzy Logic Mamdani

a) Pembentukan himpunan fuzzy (fuzifikasi)

Fuzifikasi merupakan proses pengubahan nilai crisp (real) ke nilai fuzzy. Hal ini berguna pada kendali logika fuzzy. Sebab kendali fuzzy hanya dapat mengolah nilai fuzzy. Hal ini juga dapat diterangkan bahwa semua nilai-nilai yang terukur di lapangan tidak sepenuhnya eksak. Untuk memasukkan faktor ketidakpresisian ini bahwa suatu nilai dapat didefinisikan dalam lingkup nilai tertentu. Lingkup nilai tertentu itu dikenal sebagai himpunan fuzzy. Nilai di lapangan akan dinyatakan dalam bentuk data fuzzy yang dinyatakan ke dalam dua aspek, yaitu himpunan fuzzy dengan nilai keanggotaannya.

b) Aplikasi fungsi Implikasi (aturan)

Fungsi implikasi merupakan struktur logika yang terdiri atas kumpulan premis dan satu konklusi. Bentuk dari Fungsi Implikasi adalah:

IF (premis-1) • (premis-2) • (premis-3)

• • (premis-n) THEN Konklusi dengan • adalah operator (AND atau OR).

c) Komposisi aturan

Tidak seperti penalaran monoton apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi fuzzy yaitu: Max, additive dan probabilistic OR (probor).

Pada project ini, menggunakan metode Max. Penggabungan fungsi keanggotaan dengan menggunakan Metode Max dilakukan dengan menggunakan perumusan:

$$\mu_{sf} = \max (\mu_{sf} (x_i), \mu_{kf} (x_i))$$

Dengan $\mu_{sf} (x_i)$ menyatakan nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-i, $\mu_{kf} (x_i)$ menyatakan nilai keanggotaan konsekuensi fuzzy aturan ke-i.

d) Defuzzifikasi

Himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy merupakan input dari proses defuzzifikasi, sedangkan bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut merupakan output yang dihasilkan. Sehingga jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai tertentu sebagai output.

Ada beberapa metode defuzzifikasi pada komposisi aturan, salah satunya adalah Metode Centroid (Composite Moment). Pada metode ini, titik pusat daerah fuzzy diambil untuk memperoleh solusi crisp. Secara umum

$$\text{dirumuskan: } z^* = \frac{\int z \mu(z) z dz}{\int z \mu(z) dz}$$

dengan z^* menyatakan nilai hasil defuzzifikasi, $\mu(z)$ menyatakan nilai keanggotaan, dan $\int z \mu(z) z dz$ menyatakan momen untuk semua daerah hasil dari komposisi aturan.

III. METODE PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi beberapa langkah sebagai berikut, yaitu :

- a) Membentuk himpunan *fuzzy*, pada metode mamdani baik variabel input maupun output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*
- b) Aplikasi fungsi Implikasi, pada metode mamdani fungsi implikasi yang digunakan untuk tiap-tiap aturan adalah fungsi min
- c) Penegasan (*defuzzy*), proses penegasan (*defuzzyfikasi*) dengan metode *centroid* dan menggunakan bantuan *software Jupyter Notebook*.
- d) Menarik kesimpulan dari hasil pengolahan data

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perancangan Fuzzy Logic

- 1) Library-library python yang akan digunakan

```
#Memanggil library-library python yang akan digunakan.
import numpy as np #library yang berfungsi untuk melakukan operasi vektor dan matriks dengan mengolah array dan array multidimensi
#inisialisasi library numpy sebagai "np"
import skfuzzy as fuzz #library fuzzy logic pada python yang bekerja dengan numpy array.
#inisialisasi library skfuzzy sebagai "fuzz"
from skfuzzy import control as ctr #memanggil library control dalam library fuzzy
#inisialisasi library control sebagai "ctr".
import matplotlib.pyplot as plt #library ini berfungsi untuk memvisualisasikan data dengan lebih indah dan rapi
#inisialisasi library matplotlib sebagai "plt"
%matplotlib inline
#mengatur backend dari matplotlib ke backend inline
#matplotlib inlike akan membuat output plot muncul dan disimpan didalam notebook
```

- 2) Pada Project ini terdapat 2 variabel input dan 1 variabel output

➤ Variable input (Antecedents)

1. Kualitas Pelayanan : Buruk, baik, Sangat baik
2. Kualitas Makanan : Tidak enak, enak, Sangat enak

➤ Variable output (Consequents)

1. Tingkat Kepuasan Pelanggan : Tidak Puas, Cukup puas, Sangat puas

➤ Table Himpunan dan Input Fuzzy

fungsi	Variable	Rentang Nilai
Input	Kualitas Pelayanan	[0,11,1]
	Kualitas Makanan	[0,11,1]
Output	Tingkat Kepuasan (%)	[0,101,1]

Variabel	Himpunan Fuzzy	Domain
Kualitas pelayanan	Buruk	[0,0,4,6]
	Baik	[4,6,9]
	Sangat Baik	[6,9,10,10]
Kualitas makanan	Tidak Enak	[0,0,3,5]
	Enak	[3,5,7]
	Sangat Enak	[5,7,10,10]
Tingkat Kepuasan (%)	Tidak Puas	[0,0,25,50]
	Cukup Puas	[25,50,75]
	Sangat Puas	[50,75,100,100]

➤ Program Himpunan dan Input Fuzzy

```
In [97]: # Generate universe variables
# * x_pelayanan and x_makanan on subjective ranges [0, 10]
# * x_kepuasan has a range of [0, 100] in units of percentage points
x_pelayanan = np.arange(0, 11, 1)
x_makanan = np.arange(0, 11, 1)
x_kepuasan = np.arange(0, 101, 1)

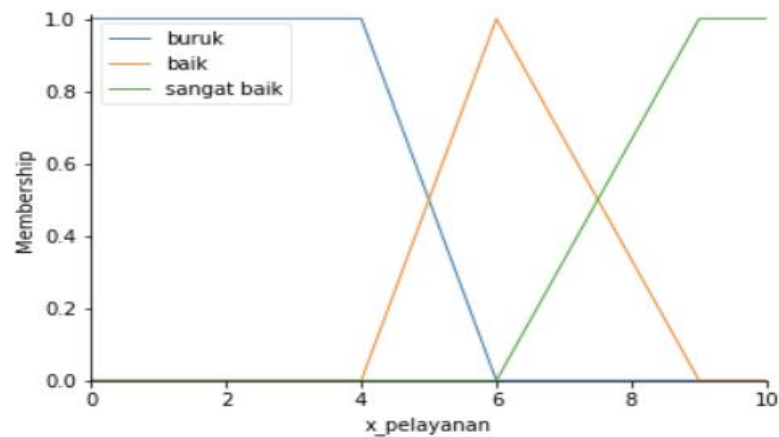
In [98]: x_pelayanan = ctr.Antecedent(np.arange(0, 11, 1), 'x_pelayanan')
x_makanan = ctr.Antecedent(np.arange(0, 11, 1), 'x_makanan')
x_kepuasan = ctr.Consequent(np.arange(0, 101, 1), 'x_kepuasan')

In [99]: x_pelayanan['buruk'] = fuzz.trapmf(x_pelayanan.universe, [0,0,4,6])#rentang nilai batas pada inputan pelayanan buruk
x_pelayanan['baik'] = fuzz.trimf(x_pelayanan.universe, [4,6,9])#rentang nilai batas pada inputan pelayanan baik, ya
x_pelayanan['sangat baik'] = fuzz.trapmf(x_pelayanan.universe, [6,9,10,10])#rentang nilai batas pada inputan pelaya

x_makanan['tidak enak'] = fuzz.trapmf(x_makanan.universe, [0,0,3,5])#rentang nilai batas pada inputan makanan tidak
x_makanan['enak'] = fuzz.trimf(x_makanan.universe, [3,5,7])#rentang nilai batas pada inputan pelayanan enak, yaitu
x_makanan['sangat enak'] = fuzz.trapmf(x_makanan.universe, [5,7,10,10])#rentang nilai batas pada inputan pelayanan

x_kepuasan['tidak puas'] = fuzz.trapmf(x_kepuasan.universe, [0,0,25,50])#rentang nilai batas pada inputan kepuasan
x_kepuasan['cukup puas'] = fuzz.trimf(x_kepuasan.universe, [25,50,75])#rentang nilai batas pada inputan kepuasan en
x_kepuasan['sangat puas'] = fuzz.trapmf(x_kepuasan.universe, [50,75,100,100])#rentang nilai batas pada inputan kepu
```


- Tampilan grafik dari Input Variabel kualitas Pelayanan dengan perintah `x_pelayanan.view()`



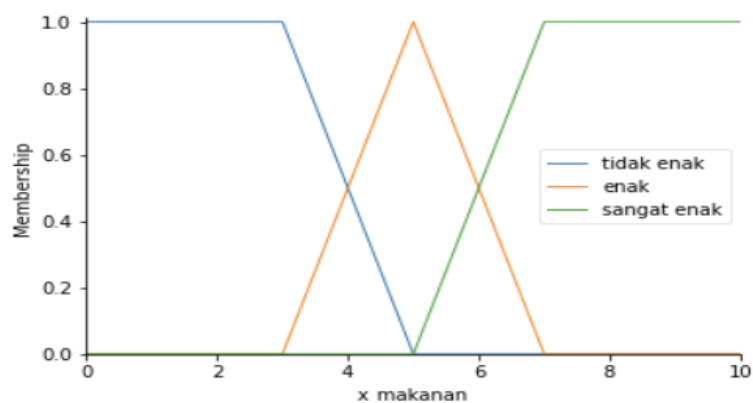
- Fungsi dari input pelayanan

$$\text{Pelayanan [tidak baik]} = \begin{cases} 0 & ; x \geq 6 \\ \frac{4-x}{6-4} & ; 4 \leq x \leq 6 \\ 1 & ; x \leq 4 \end{cases}$$

$$\text{Pelayanan [Baik]} = \begin{cases} 0 & ; x \leq 4 \text{ atau } x \geq 6 \\ \frac{x-4}{6-4} & ; 4 \leq x \leq 6 \\ 1 & ; x = 6 \\ \frac{6-x}{9-6} & ; 6 \leq x \leq 9 \end{cases}$$

$$\text{Pelayanan [Baik]} = \begin{cases} 0 & ; x \leq 6 \\ \frac{x-6}{9-6} & ; 6 \leq x \leq 9 \\ 1 & ; x \geq 9 \end{cases}$$

- Tampilan grafik dari Input Variabel kualitas makanan dengan perintah `x_makanan.view()`



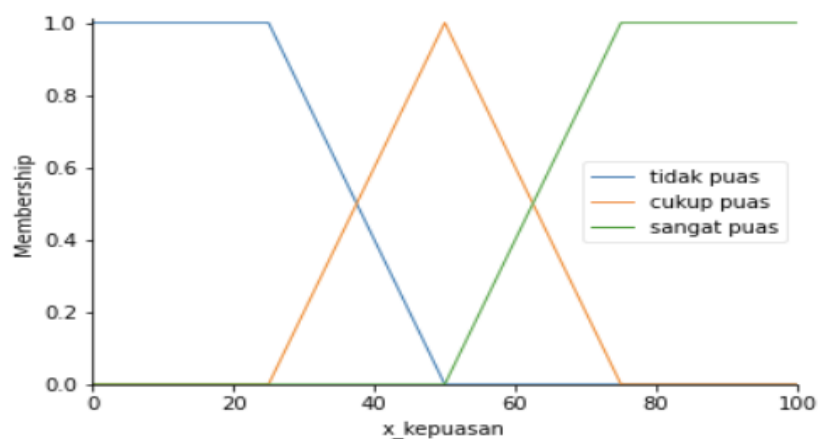
- Fungsi dari input kualitas Makanan

$$\text{Makanan [tidak enak]} = \begin{cases} 0; x \geq 5 \\ \frac{3-x}{5-3}; 3 \leq x \leq 5 \\ 1; x \leq 3 \end{cases}$$

$$\text{Makanan [enak]} = \begin{cases} 0; x \leq 3 \text{ atau } x \geq 7 \\ \frac{x-3}{5-3}; 3 \leq x \leq 5 \\ 1; x = 5 \\ \frac{5-x}{9-5}; 5 \leq x \leq 9 \end{cases}$$

$$\text{makanan [Sangat Enak]} = \begin{cases} 0; x \leq 5 \\ \frac{x-5}{9-5}; 5 \leq x \leq 9 \\ 1; x \geq 9 \end{cases}$$

- Tampilan grafik dari Output Variabel Tingkat kepuasan pelanggan



- Fungsi dari output tingkat kepuasan pelanggan

$$\text{Kepuasan [tidak puas]} = \begin{cases} 0; x \geq 50 \\ \frac{25-x}{50-25}; 25 \leq x \leq 50 \\ 1; x \leq 25 \end{cases}$$

$$\text{Kepuasan [Cukup puas]} = \begin{cases} 0; x \leq 25 \text{ atau } x \geq 50 \\ \frac{x-25}{50-25}; 25 \leq x \leq 50 \\ 1; x = 50 \\ \frac{50-x}{75-50}; 50 \leq x \leq 75 \end{cases}$$

$$\text{Kepuasan [Sangat puas]} = \begin{cases} 0; x \leq 50 \\ \frac{x-50}{75-50}; 50 \leq x \leq 75 \\ 1; x \geq 75 \end{cases}$$

B. Rule Base

Pada project ini terdapat 9 rule kasus seperti tabel dibawah ini

No.	Pelayanan	Makanan	Kepuasan Pelanggan
1	Buruk	Tidak Enak	Tidak Puas
2	Buruk	Enak	Puas
3	Buruk	Sangat Enak	Sangat Puas
4	Baik	Tidak Enak	Tidak Puas
5	Baik	Enak	Puas
6	Baik	Sangat Enak	Sangat Puas
7	Sangat Baik	Tidak Enak	Tidak Puas

a) Code rules pada software Jupyter Notebook

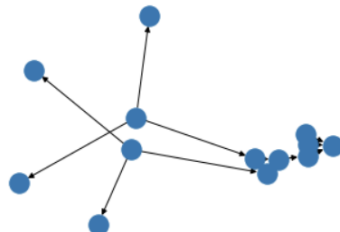
```
In [103]: rule1 = ctr.Rule(x_pelayanan['buruk'] & x_makanan['tidak enak'], x_kepuasan['tidak puas'])
rule2 = ctr.Rule(x_pelayanan['buruk'] & x_makanan['enak'], x_kepuasan['cukup puas'])
rule3 = ctr.Rule(x_pelayanan['buruk'] & x_makanan['sangat enak'], x_kepuasan['sangat puas'])

rule4 = ctr.Rule(x_pelayanan(['baik']) & x_makanan['tidak enak'], x_kepuasan['tidak puas'])
rule5 = ctr.Rule(x_pelayanan(['baik']) & x_makanan['enak'], x_kepuasan['cukup puas'])
rule6 = ctr.Rule(x_pelayanan(['baik']) & x_makanan['sangat enak'], x_kepuasan['sangat puas'])

rule7 = ctr.Rule(x_pelayanan(['sangat baik']) & x_makanan['tidak enak'], x_kepuasan['tidak puas'])
rule8 = ctr.Rule(x_pelayanan(['sangat baik']) & x_makanan['enak'], x_kepuasan['cukup puas'])
rule9 = ctr.Rule(x_pelayanan(['sangat baik']) & x_makanan['sangat enak'], x_kepuasan['sangat puas'])

#mencetak pola-pola rule
rule1.view()
rule2.view()
rule3.view()
rule4.view()
rule5.view()
rule6.view()
rule7.view()
rule8.view()
rule9.view()
```

Out[103]: (<Figure size 432x288 with 1 Axes>, <AxesSubplot:>)



DAFTAR PUSTAKA

- [1] *Researchgate.net*. [Online]. Available: <http://surl.li/dexfr>
[Accessed: 24-Sept-2022].

- [2] *Neliti.com*. [Online]. Available: <https://www.neliti.com/id/publications/285850/tingkat-kepuasan-mahasiswa-terhadap-kinerja-dosen-menggunakan-fuzzy-logic-studi>.
[Accessed: 26-Sept-2022].