

Analisis Perbandingan Metode Fuzzy Tsukamoto Dengan Regresi Linier Berganda Dalam Peramalan Jumlah Produksi Kopi (Studi Kasus: Koperasi Kopi Manipi Kec. Sinjai Barat)

A.Nurul Fatimiyah¹, Muthahharah², Irsal³, Novita Sambo Layuk⁴

^{1,2}Universitas Dipa Makassar; Jl. Perintis Kemerdekaan KM. 09, (0411)587194

^{1,2}Jurusan Teknik Informatika, Universitas Dipa Makassar

e-mail: ¹andinurulfatimiyah15@gmail.com, ²mmuthahharah93@gmail.com,
³irsal@undipa.ac.id, ⁴novita@undipa.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil suatu peramalan dengan menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto dan Regresi Linier Berganda serta untuk membantu Koperasi Kopi Manipi dalam memprediksi jumlah produksi kopi yang akan dihasilkan untuk periode selanjutnya. Dalam penelitian ini, digunakan data jumlah produksi kopi pada Koperasi Kopi Manipi sebagai output atau variabel terikat (Y) dan faktor yang mempengaruhinya yaitu curah hujan, dan modal pembiayaan sebagai input atau variabel bebas X_1 dan X_2 . Dalam pengolahan data untuk logika fuzzy masing-masing variabel Y , X_1 , X_2 dikelompokkan ke dalam 3 himpunan fuzzy. Aturan fuzzy yang digunakan ada 9 aturan dengan metode penyelesaian yang digunakan adalah metode Fuzzy Tsukamoto. Untuk Regresi Linier Berganda diselesaikan dengan menggunakan metode kuadrat terkecil (Least Squares Method). Dengan menunjukkan nilai rata-rata kesalahan relatif dari peramalan setiap metode, diperoleh nilai rata-rata kesalahan relatif metode regresi linier berganda sebesar 0,1095480958 atau 11% dan fuzzy tsukamoto sebesar 0,117973 atau 12%. Besarnya nilai tersebut memperlihatkan bahwa nilai rata-rata kesalahan relatif metode regresi linier berganda lebih kecil daripada metode fuzzy tsukamoto. Maka untuk kasus dengan variabel input dan output dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa peramalan dengan menggunakan metode regresi linier berganda lebih baik dan optimal daripada metode fuzzy tsukamoto.

Kata kunci: Analisis, Logika Fuzzy, Regresi Linier Berganda, Peramalan

Abstract

This study aims to compare the results of a forecasting using the Fuzzy Tsukamoto Method and Multiple Linear Regression and to help the Manipi Coffee Cooperative in predicting the amount of coffee production that will be produced for the next period. In this study, data on the amount of coffee production at the Manipi Coffee Cooperative was used as an output or bound variable (Y) and the factors that influence it are rainfall, and financing capital as inputs or free variables X_1 and X_2 . In data processing for fuzzy logic each of the variables Y , X_1 , X_2 is grouped into 3 fuzzy sets. The fuzzy rules used there are 9 rules with the settlement method used is the Fuzzy Tsukamoto method. For Multiple Linear Regression is solved using the least squares method (Least Squares Method). By showing the average value of the relative error of the forecasting of each method, the average value of the relative error of the multiple linear regression method of 0,1095480958 or 11% and fuzzy tsukamoto of 0,117973 or 12% was obtained. The magnitude of the value shows that the average value of the relative error of the multiple linear regression method is smaller than that of the fuzzy tsukamoto method. So for the

case with input and output variables in this study, it can be concluded that forecasting using the multiple linear regression method is better and optimal than the fuzzy tsukamoto method.

Keywords: Analysis, Fuzzy Logic, Multiple Linear Regression, Forecasting

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Sinjai merupakan salah satu kabupaten yang dianugerahi kekayaan melimpah untuk menyejahterakan dan memenuhi kebutuhan hidup masyarakatnya. Seperti aren, kapuk, lada, kemiri, karet, kopi arabika, cengkeh, pala, panili, dan kayu (kelompok tanaman tahunan) [1]. Tapi faktanya, di kabupaten tersebut masih belum mampu mengolah dan memaksimalkan kekayaan tersebut dikarenakan kondisi yang ada di Kecamatan Sinjai sekarang ini walaupun luas lahan yang potensial kenyataan yang ada di lapangan adalah masalah pengadaan sarana belum mendukung kegiatan perkebunan yang ada, belum ada pengolahan/pemasaran yang baik terhadap potensi desa. Sinjai merupakan salah satu kabupaten penghasil kopi di Sulawesi Selatan yang dapat membantu perekonomian masyarakatnya seperti yang dilakukan oleh Koperasi Kopi Manipi yang terletak di Kecamatan Sinjai Barat. Koperasi Kopi Manipi merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi kopi. Terdapat 1900 hektar luas perkebunan yang disediakan khusus perkebunan kopi dimana lahan produktif terdapat 700 hektar dan non-produktif 1200 hektar[3].

Manajemen Koperasi Kopi Manipi yang baik akan menentukan berkembangnya sebuah usaha. Selain itu, diperlukan juga perencanaan produksi yang tepat agar dapat dicapai keuntungan yang maksimal. Namun, Badan Pengelola Koperasi Kopi Manipi saat ini masih belum bisa memprediksi jumlah produksi yang dihasilkan. Produksi adalah membuat sesuatu yang baru yang berwujud (produk) atau tidak berwujud (jasa). Produksi merupakan salah satu fungsi yang paling mendasar dan penting dari kegiatan manusia dalam masyarakat industri modern dan sekarang dilihat sebagai aktivitas budaya[6]. Dengan adanya permasalahan tersebut, peneliti diharapkan dapat membantu Koperasi Kopi Manipi dalam memprediksi jumlah produksi kopi yang akan dihasilkan untuk periode selanjutnya.

Dengan demikian, untuk membuat suatu keputusan perlu dilakukan sebuah peramalan dengan menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi produksi kopi. Dengan Metode Fuzzy Tsukamoto yang mana masih sangat kurang penelitian yang menggunakan metode tersebut sebagai metode perbandingan dengan Regresi Linier Berganda. Metode yang digunakan untuk melakukan perbandingan dengan cara menghitung nilai rata-rata kesalahan relatif dari peramalan dalam penelitian ini.

Dengan adanya penelitian ini, Badan Pengelola Koperasi Kopi Manipi sangat mendukung serta mengharapkan agar penelitian ini berjalan dengan lancar dalam memprediksi jumlah produksi kopi di Koperasi Kopi Manipi sehingga dapat membantu masyarakat di Kecamatan Sinjai Barat agar mampu untuk berswasembada.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu yang dibutuhkan untuk penelitian ini sekitar 3 bulan yaitu dari bulan November 2022 sampai Februari 2023. Adapun tempat penelitian berlokasi di Koperasi Kopi Manipi yang

beralamat di Jl. Poros Balakia, Lingkungan Kindang-Kindang, Kelurahan Tassililu, Kecamatan Sinjai Barat, Kabupaten Sinjai, Sulawesi Selatan.

2.2 *Bahan*

2.2.1 *Bahan Penelitian*

Bahan penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu data-data yang berasal dari buku laporan produksi pada Koperasi Kopi Manipi. Data-data pada buku laporan produksi tersebut nantinya akan digunakan untuk melakukan perhitungan metode Fuzzy Tsukamoto dan Regresi Linier Berganda dengan variabel curah hujan, biaya pemeliharaan dan jumlah produksi kopi untuk memperoleh hasil perbandingan suatu peramalan jumlah produksi pada Koperasi Kopi Manipi.

2.3 *Jenis dan Variabel Penelitian*

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif karena peneliti mengumpulkan data kemudian dilakukan analisis. Penelitian kuantitatif digunakan untuk menjelaskan hubungan antar variabel, menguji teori, melakukan generalisasi fenomena sosial yang diteliti. untuk variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Variabel Bebas
Variabel bebas adalah variabel yang memiliki pengaruh terhadap variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu Curah Hujan dan Biaya Pemeliharaan.
2. Variabel Terikat
Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas. Variabel terikat pada penelitian ini yaitu Jumlah Produksi.

2.4 *Pengumpulan Data*

Pengumpulan data pada penelitian ini adalah melalui wawancara dengan melakukan sesi tanya jawab dengan pihak-pihak yang terkait dengan objek penelitian yaitu pemilik Koperasi Kopi Manipi untuk mengumpulkan informasi atau data-data yang diperlukan dalam penelitian serta memperoleh data dari buku laporan koperasi.

2.5 *Tahapan Penelitian*

Adapun tahapan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Pengumpulan Data
Dalam pengumpulan data dilakukan survei yaitu pengamatan secara langsung di Koperasi Kopi Manipi. Kemudian dilakukan wawancara dengan pemilik koperasi atau tempat penelitian untuk mengumpulkan data-data yang dibutuhkan. Selain itu data-data juga akan diambil dari buku laporan produksi yang berasal dari tempat penelitian.
2. Pengolahan Data dalam Metode Fuzzy dengan Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto
Pengolahan data dalam metode *fuzzy* dengan menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto akan dilakukan fuzzifikasi, sistem inferensi *fuzzy*, dan defuzzifikasi[5]. Fuzzifikasi berfungsi untuk mengubah nilai tegas (*crisp*) ke nilai *fuzzy*. Sistem inferensi *fuzzy* adalah penarikan kesimpulan berdasarkan aturan atau kaidah *fuzzy*.
3. Penentuan Persamaan Linier Berganda dengan Menggunakan Metode Kuadrat Terkecil
Pada tahap ini metode matriks atau metode kuadrat terkecil dapat digunakan untuk menentukan nilai a , b_1 , dan b_2 .

4. Perhitungan Peramalan dengan Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto dan Regresi Linier Berganda
Pada tahap ini dilakukan perhitungan dengan metode Fuzzy Tsukamoto dan Regresi Linier Berganda dengan menggunakan *Google Colaboratory* dan *toolbox* SPSS serta perhitungan secara manual.
5. Perhitungan dan Perbandingan Rata-rata Jumlah Kesalahan Relatif (*error*) untuk tiap nilai peramalan kedua metode.
Pada tahap ini adalah tahap untuk mengetahui kesalahan relatif terkecil dari kedua metode.
6. Kesimpulan
Pada tahap ini, peneliti dapat menyimpulkan metode yang lebih tepat dan optimal dalam peramalan jumlah produksi berdasarkan hasil perhitungan dan perbandingan kedua metode yang digunakan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diambil adalah data yang diperoleh dari Koperasi Kopi Manipi untuk tahun 2021-2022 sebagai berikut:

Tabel 3 Data Curah Hujan dan Biaya Pemeliharaan, dan Jumlah Produksi pada Koperasi Kopi Manipi, Sinjai Barat Tahun 2021-2022

Tahun	Bulan	Curah Hujan (mm)	Biaya Pemeliharaan (Rp)	Jumlah Produksi Kopi (kg)
		X1	X2	Y
2021	Mei	307	9700000	356
	Juni	186	15000000	552
	Juli	157	36500000	614
	Agustus	303	10000000	385
	September	323	8500000	304
2022	Mei	499	8000000	269
	Juni	545	14000000	316
	Juli	402	33500000	396
	Agustus	208	11000000	420
	September	128	9300000	320

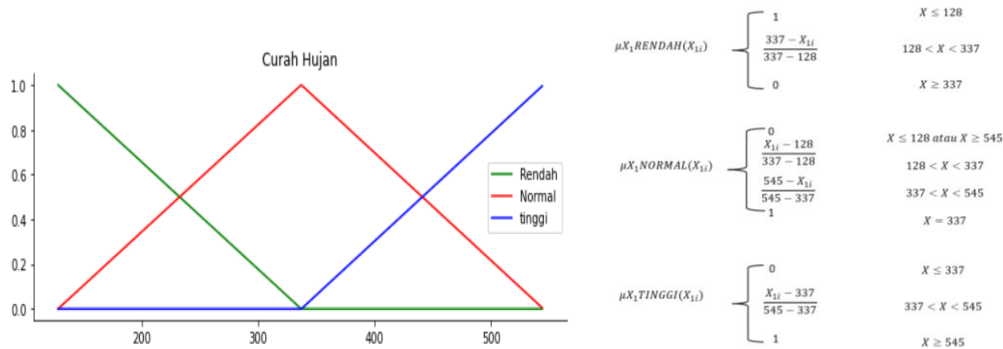
Sumber: Koperasi Kopi Manipi

Pada penelitian ini ada 3 variabel yang akan digunakan yaitu:

1. Curah Hujan (X_1)
Curah Hujan memiliki rentang nilai antara 128-545 mm dan terdiri atas 3 himpunan *fuzzy* yaitu: RENDAH, NORMAL, TINGGI.
2. Biaya Pemeliharaan (X_2)
Biaya Pemeliharaan memiliki rentang nilai antara 8000-36500 Rp dan terdiri atas 3 himpunan *fuzzy* yaitu: SEDIKIT, NORMAL, BANYAK.
3. Jumlah Produksi Kopi (Y)
Jumlah Produksi Kopi memiliki rentang nilai antara 269-614 kg dan terdiri atas 3 himpunan *fuzzy* yaitu: BERKURANG, TETAP, BERTAMBAH.

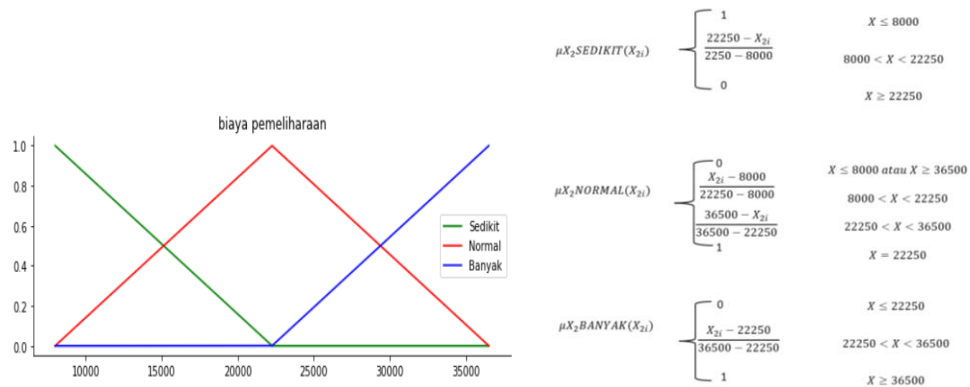
Dari masing-masing himpunan *fuzzy* akan dibentuk fungsi keanggotaan dari setiap variabel yaitu:

1. Untuk variabel *input* curah hujan (X_1)



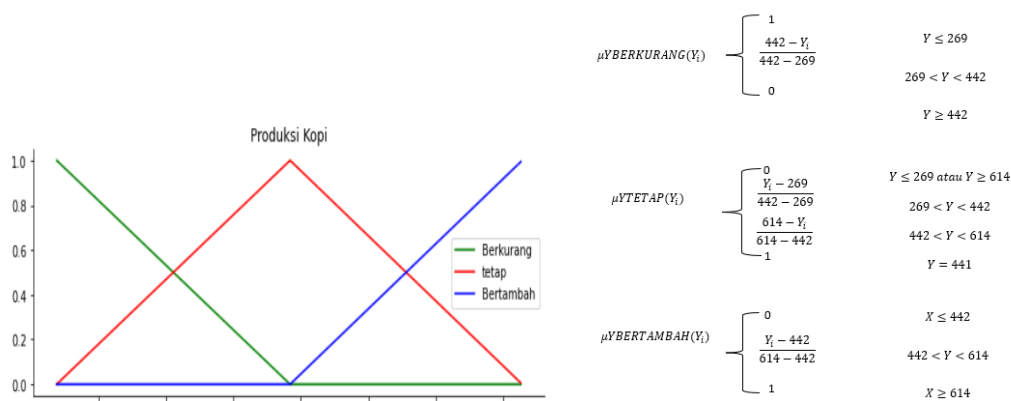
Gambar 1 Kurva variabel *input* curah hujan

2. Untuk variabel *input* biaya pemeliharaan (X_2)



Gambar 2 Kurva variabel *input* biaya pemeliharaan

3. Untuk variabel *output* Jumlah Produksi Kopi (Y)



Gambar 3 Kurva Variabel Output

Dalam penelitian ini digunakan 9 aturan *fuzzy* yaitu :

[R1] Jika X_1 RENDAH dan X_2 SEDIKIT, maka Y BERKURANG

- [R2] Jika X_1 RENDAH dan X_2 NORMAL, maka Y BERTAMBAH
- [R3] Jika X_1 RENTAH dan X_2 BANYAK, maka Y BERTAMBAH
- [R4] Jika X_1 NORMAL dan X_2 SEDIKIT, maka Y BERKURANG
- [R5] Jika X_1 NORMAL dan X_2 NORMAL, maka Y TETAP
- [R6] Jika X_1 NORMAL dan X_2 BANYAK, maka Y BERTAMBAH
- [R7] Jika X_1 TINGGI dan X_2 SEDIKIT, maka Y BERKURANG
- [R8] Jika X_1 TINGGI dan X_2 NORMAL, maka Y TETAP
- [R9] Jika X_1 TINGGI dan X_2 BANYAK, maka Y TETAP

Dengan memasukkan nilai fungsi keanggotaan setiap variabel ke dalam aturan *fuzzy* diperoleh hasil peramalan seperti pada tabel 5. Pengerjaan *fuzzy* dapat dilakukan dengan menggunakan bantuan *Google Colaboratory*. Dalam proses perhitungan metode Fuzzy Tsukamoto digunakan bahasa pemrograman *python*. *Python* adalah bahasa pemrograman yang populer saat ini. Python memiliki sintaks sederhana yang mirip dengan bahasa Inggris, Python memiliki sintaks yang memungkinkan pengembang untuk menulis program dengan lebih sedikit baris daripada beberapa bahasa pemrograman lainnya [2]. Berikut adalah *coding* perhitungan peramalan dengan metode Fuzzy Tsukamoto :

```

1  !pip install -U scikit-fuzzy
2
3  import numpy as np
4  import skfuzzy as fuzz
5  import matplotlib.pyplot as plt
6
7  %matplotlib inline
8  # Generate universe variables
9
10 x_hujan = np.arange(128, 545, 1)
11 x_pemeliharaan = np.arange(8000, 36500, 1)
12 x_produksi = np.arange(269, 614, 1)
13
14 # Generate fuzzy membership functions
15 hujan_sd = fuzz.trapmf(x_hujan, [128, 128, 128, 337])
16 hujan_st = fuzz.trapmf(x_hujan, [128, 337, 337, 545])
17 hujan_by = fuzz.trapmf(x_hujan, [337, 545, 545, 545])
18
19 pemeliharaan_sd = fuzz.trapmf(x_pemeliharaan, [8000, 8000, 8000, 22250])
20 pemeliharaan_st = fuzz.trapmf(x_pemeliharaan, [8000, 22250, 22250, 36500])
21 pemeliharaan_by = fuzz.trapmf(x_pemeliharaan, [22250, 36500, 36500, 36500])
22
23 produksi_kr = fuzz.trapmf(x_produksi, [269, 269, 269, 442])
24 produksi_st = fuzz.trapmf(x_produksi, [269, 442, 442, 614])
25 produksi_tb = fuzz.trapmf(x_produksi, [442, 614, 614, 614])
26
27
28 # Visualize these universes and membership functions
29 fig, (ax0, ax1, ax2) = plt.subplots(nrows=3, figsize=(8, 9))
30
31 ax0.plot(x_hujan, hujan_sd, 'b', linewidth=1.5, label='Rendah')
32 ax0.plot(x_hujan, hujan_st, 'c', linewidth=1.5, label='Standar')
33 ax0.plot(x_hujan, hujan_by, 'g', linewidth=1.5, label='tinggi')
34
35 ax0.set_title('Curah Hujan')
36 ax0.legend()
37
38 ax1.plot(x_pemeliharaan, pemeliharaan_sd, 'b', linewidth=1.5, label='Sedikit')
39 ax1.plot(x_pemeliharaan, pemeliharaan_st, 'c', linewidth=1.5, label='Standar')
40 ax1.plot(x_pemeliharaan, pemeliharaan_by, 'g', linewidth=1.5, label='Banyak')
41
42
43 ax1.set_title('biaya pemeliharaan')
44 ax1.legend()

```

```

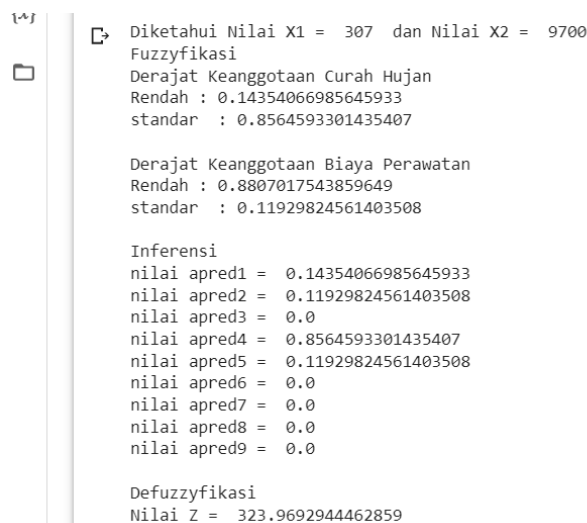
45
46 ax2.plot(x_produksi, produksi_kr, 'b', linewidth=1.5, label='Berkurang')
47 ax2.plot(x_produksi, produksi_st, 'c', linewidth=1.5, label='tetap')
48 ax2.plot(x_produksi, produksi_tb, 'g', linewidth=1.5, label='Bertambah')
49
50 ax2.set_title('Produksi Kopi')
51 ax2.legend()
52
53 # Turn off top/right axes
54 for ax in (ax0, ax1, ax2):
55     ax.spines['top'].set_visible(False)
56     ax.spines['right'].set_visible(False)
57     ax.get_xaxis().tick_bottom()
58     ax.get_yaxis().tick_left()
59
60 plt.tight_layout()
61
62 hujan =input("Masukkan Nilai Curah hujan: ")
63 pemeliharaan = input("Masukkan Nilai Biaya Pemeliharaan: ")
64 produksi = input("Masukkan Nilai Produksi: ")
65
66 ## Fuzzyfikasi
67 in1 = []
68 in1.append(fuzz.interp_membership(x_hujan, hujan_sd, hujan))
69 in1.append(fuzz.interp_membership(x_hujan, hujan_st, hujan))
70 in1.append(fuzz.interp_membership(x_hujan, hujan_by, hujan))
71 in2 = []
72 in2.append(fuzz.interp_membership(x_pemeliharaan, pemeliharaan_sd, pemeliharaan))
73 in2.append(fuzz.interp_membership(x_pemeliharaan, pemeliharaan_st, pemeliharaan))
74 in2.append(fuzz.interp_membership(x_pemeliharaan, pemeliharaan_by, pemeliharaan))
75
76 ## Rules and Inferences Tsukamoto
77 # Berkurang = 441-(apred_rule*173)
78 #tetap =173* apared_rule + 269
79 # Bertambah = 172*apred_rule + 442
80
81 apred1 = np.fmin(in1[0], in2[0])
82 z1 = 442-(apred1*173)
83
84 apred2 = np.fmin(in1[0], in2[1])
85 z2 = 172*apred2 + 442
86
87 apred3 = np.fmin(in1[0], in2[2])
88 z3 = 172*apred3 + 442
89
90 apred4 = np.fmin(in1[1], in2[0])
91 z4 = 442-(apred4*173)
92
93 apred5 = np.fmin(in1[1], in2[1])
94 z5 = 173* apred5 + 269
95
96 apred6 = np.fmin(in1[1], in2[2])
97 z6 = 172*apred6 + 442
98
99 apred7 = np.fmin(in1[2], in2[0])
100 z7 = 442-(apred7*173)
101
102 apred8 = np.fmin(in1[2], in2[1])
103 z8 = 173* apred8 + 269
104
105 apred9 = np.fmin(in1[2], in2[2])
106 z9 = 173* apred9 + 269
107
108 ## Defazzyfication
109 z = ((apred1*z1)+(apred2*z2)+(apred3*z3)+(apred4*z4)+(apred5*z5)+(apred6*z6)+(apred7*z7)+(apred8*z8)+(apred
110 9*z9))/(apred1+apred2+apred3+apred4+apred5+apred6+apred7+apred8+apred9)
111
112 print("Diketahui Nilai X1 = ",hujan," dan Nilai X2 = ",pemeliharaan)
113 print("Fuzzyfikasi")
114 print("Derajat Keanggotaan Curah Hujan ")
115 if in1[0]>0 :
116     print("Rendah : "+str(in1[0]))

```

```

116     if in1[1]>0 :
117         print("standar : "+ str(in1[1]))
118     if in1[2]>0 :
119         print("Tinggi : "+ str(in1[2]))
120
121     print("")
122     print("Derajat Keanggotaan Biaya Perawatan")
123     if in2[0]>0 :
124         print("Rendah : "+str(in2[0]))
125     if in2[1]>0 :
126         print("standar : "+ str(in2[1]))
127     if in2[2]>0 :
128         print("Tinggi : "+ str(in2[2]))
129
130     print("")
131     print("Inferensi")
132     print("nilai apred1 = ", apred1)
133     print("nilai apred2 = ", apred2)
134     print("nilai apred3 = ", apred3)
135     print("nilai apred4 = ", apred4)
136     print("nilai apred5 = ", apred5)
137     print("nilai apred6 = ", apred6)
138     print("nilai apred7 = ", apred7)
139     print("nilai apred8 = ", apred8)
140     print("nilai apred9 = ", apred9)
141
142     print("")
143     print("Defuzzyfikasi")
144     print("Nilai Z = ", z)

```



```

Diketahui Nilai X1 = 307 dan Nilai X2 = 9700
Fuzzyfikasi
Derajat Keanggotaan Curah Hujan
Rendah : 0.14354066985645933
standar : 0.8564593301435407

Derajat Keanggotaan Biaya Perawatan
Rendah : 0.8807017543859649
standar : 0.11929824561403508

Inferensi
nilai apred1 = 0.14354066985645933
nilai apred2 = 0.11929824561403508
nilai apred3 = 0.0
nilai apred4 = 0.8564593301435407
nilai apred5 = 0.11929824561403508
nilai apred6 = 0.0
nilai apred7 = 0.0
nilai apred8 = 0.0
nilai apred9 = 0.0

Defuzzyfikasi
Nilai Z = 323.9692944462859

```

Gambar 4 Hasil Defuzzyfikasi Mei 2021 menggunakan *Python*

Pada gambar 4 merupakan salah satu hasil peramalan defuzzyfikasi pada bulan Mei 2021 menggunakan *Python*.

Regresi linier berganda merupakan model persamaan yang menjelaskan hubungan satu variabel tak bebas *response* (Y) dengan dua atau lebih variabel bebas/*predictor* ($X_1, X_2, \dots, X_n$) [4]. Untuk metode regresi linier berganda, persamaan diperoleh dengan mengeliminasi persamaaan-persamaan metode kuadrat terkecil. Koefisien b_0 , b_1 , dan b_2 juga dapat diperoleh dengan bantuan *software* SPSS seperti pada tabel 4. SPSS merupakan program untuk olah data statistik yang paling populer dan paling banyak pemakaiannya diseluruh dunia dan banyak digunakan oleh para peneliti untuk

berbagai keperluan seperti riset pasar, untuk menyelesaikan tugas penelitian seperti skripsi, tesis, disertasi dan sebagainya[7].

Tabel 4 Nilai-nilai koefisien dengan menggunakan software SPSS

Coefficients ^a								
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	422.330	67.557		6.251	<.001	262.583	582.077
	Curah Hujan (X1)	-.411	.163	-.526	-2.520	.040	-.796	-.025
	Biaya Pemeliharaan (X2)	.006	.002	.588	2.816	.026	.001	.011

a. Dependent Variable: Jumlah Produksi Kopi (Y)

Dari nilai masing-masing koefisien yang diperoleh dibentuk persamaan seperti berikut:

$$\bar{Y} = a + b_1X_1 + b_2X_2 = 422,3295998 + (-0,410550016X_1) + 0,006200424X_2$$

Jika masing-masing variabel X_1 dan X_2 dimasukkan ke dalam persamaan, maka diperoleh hasil peramalan seperti dalam tabel 5.

Untuk melihat kesalahan relative[8], dinyatakan dengan:

$$\text{Rata - rata kesalahan relatif} = \frac{\text{jumlah kesalahan relatif}}{\text{jumlah data}} (1)$$

Kesalahan relatif didefinisikan dengan:

$$e_r = \frac{X_s - X_a}{X_s} (2)$$

dengan: e_r = kesalahan relatif

X_s = nilai sebenarnya

X_a = nilai perhitungan

Tabel 5 Hasil peramalan dalam Logika Fuzzy dan Regresi Linier Berganda

No	Tahun	Bulan	X_1 (mm)	X_2 (Rp)	Y (Kg)	$\bar{Y}$		Kesalahan Relatif	
						(Fuzzy Tsukamoto)	(Regresi)	(Fuzzy Tsukamoto)	(Regresi)
1	2021	Mei	307	9700	356	323,9692944	356,4348577	0,089974	0,00122151
2		Juni	186	15000	552	409,0191813	438,9736568	0,259023	0,204757868
3		Juli	157	36500	614	572,891051	584,1887233	0,066953	0,048552568
4		Agustus	303	10000	385	330,0657165	359,937185	0,142686	0,065098221
5		September	323	8500	304	295,2755296	342,4255486	0,028699	0,126399831
6	2022	Mei	499	8000	269	328,5967086	267,0685338	0,221549	0,007180172
7		Juni	545	14000	316	341,8421053	285,3857771	0,081779	0,096880452
8		Juli	402	33500	396	432,5858385	465,0026974	0,092388	0,174249236
9		Agustus	208	11000	420	362,9143911	405,1398605	0,135918	0,035381285

10	September	128	9300	320	300,5565897	427,443141	0,060761	0,335759815
Σ							1,17973	1,095480958

Untuk nilai rata-rata kesalahan relatif yaitu:

$$\text{Rata-rata kesalahan relatif fuzzy} = \frac{1,17973}{10} = 0,117973$$

$$\text{Rata-rata kesalahan relatif Regresi} = \frac{1,095480958}{10} = 0,1095480958$$

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai rata-rata kesalahan relatif metode regresi linier berganda yaitu 0,1095480958 atau 11% lebih kecil dari rata-rata kesalahan relatif fuzzy tsukamoto yaitu 0,117973 atau 12%. Dari tabel 4.12 juga terlihat perbedaan hasil peramalan antara hasil dengan metode fuzzy tsukamoto dengan regresi linier berganda. Jika kedua hasil tersebut dibandingkan dengan Y sebagai data, maka hasil dengan metode regresi linier berganda lebih kecil perbedaannya dibanding dengan fuzzy tsukamoto. Sehingga peramalan pada periode selanjutnya digunakan metode Regresi Linier Berganda sebagai acuan pada toolbox excel VBA.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil peramalan jumlah produksi kopi berdasarkan variabel curah hujan dan biaya pemeliharaan dengan menggunakan metode regresi linier berganda lebih baik daripada metode fuzzy tsukamoto. Hal ini dapat dilihat dari nilai rata-rata kesalahan relatif dari metode regresi linier berganda sebesar 0,1095480958 atau 11% lebih kecil dari rata-rata kesalahan relatif metode fuzzy tsukamoto yaitu 0,117973 atau 12%.
2. Dari hasil peramalan yang telah dilakukan, peneliti dapat memberikan solusi kepada Koperasi Kopi Manipi agar dapat memprediksi jumlah produksi kopi yang akan dihasilkan dengan menggunakan *toolbox excel VBA* dengan pengimplementasian metode regresi linier berganda.

5. SARAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka saran untuk peneliti berikutnya adalah sebagai berikut.

1. Dalam melakukan proses penelitian selanjutnya, peneliti diharapkan dapat menggunakan jumlah data yang lebih banyak agar perhitungan peramalannya lebih akurat.
2. Untuk pengembangan lebih lanjut agar peneliti selanjutnya, dapat menggunakan metode lain agar didapatkan hasil peramalan yang lebih baik.
3. Dalam melakukan proses penelitian selanjutnya, peneliti diharapkan dapat membuat sebuah aplikasi peramalan yang lebih baik dengan fitur yang lebih lengkap.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Johnny W. Soetikno, S.E., M.M. selaku Rektor Universitas Dipa Makassar.
2. Bapak Ir. Irsal, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Dipa Makassar sekaligus selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan petunjuk dan

nasehatnya serta memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis sehingga penyusunan tugas akhir ini berjalan dengan baik.

3. Ibu Novita Sambo Layuk, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan saran kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak dan Ibu Dosen yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan kepada penulis selama mengikuti kuliah.
5. Kedua orang tua tercinta yang tak henti-hentinya mendoakan dan memberikan motivasi untuk semangat dan tak mengenal kata putus asa.
6. Tak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada **Koperasi Kopi Manipi** yang telah memberi izin kepada penulis untuk melakukan penelitian di **Koperasi Kopi Manipi**.
7. Semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amiruddin, A., & Netty, S. 2022. Penentuan Komoditas Unggulan Dan Subsektor unggulan Pertanian Di Kabupaten Sinjai Provinsi Sulawesi Selatan. Vol.2, No.1.
- [2] ARIF, A. M. '. 2020. Buku Ajar Pemrograman Lanjut Bahasa Pemrograman Python. Yogyakarta: Universitas Ahmad Dahlan.
- [3] Arpah. 1993. Pengawasan Mutu Pangan. Bandung: Tarsito.
- [4] Made, I Yuliara. 2016. Modul Regresi Linier Berganda. Bandung : Universitas Udyana.
- [5] Mulyanto, Ali dan Abdul Haris. 2016. Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto Untuk Menentukan Jumlah Jam Overtime Pada Produksi Barang di PT Asahi Best Base Indonesia (ABBI) Bekasi. Jurnal Informatika SIMANTIK. Vol 1 No 1. September 2016. ISSN: 1572-2173.
- [6] Nur dan Suyuti. 2017. Pengantar Sistem Manufaktur. Yogyakarta : CV Budi Utama.
- [7] Oktofiyani, R., & Anggraeni, W. 2016. Penerimaan Sistem E-Learning Menggunakan Technology Acceptance Model (TAM) Study Kasus Siswa/I Kelas X Di SMU Negeri 92 Jakarta. Jurnal Pilar Nusa Mandiri, 46(1), 46–53. <http://ejournal.nusamandiri.ac.id/index.php/pilar/article/view/258>
- [8] Wati, S. E., Sebayang, D., & Sitepu, R. 2013. Perbandingan Metode Fuzzzy Dengan Regresi Linier Berganda Dalam Peramalan Jumlah Produksi. Saintia Matematika, 1(3), 273–284.