

Analisis Perbandingan Metode Fuzzy Tsukamoto dan Regresi Linier Berganda dalam Peramalan Jumlah Produksi Kopi

¹Wahyudi Rusdi, ²Novita Sambo Layuk, ³Samsu Alam, ⁴A.Nurul Fatimiyah, ⁵Muthahharah

¹IAIN Sultan Amai Gorontalo
^{2,3,4,5}Universitas Dipa Makassar

yudirusdi@gmail.com

*Penulis Korespondensi

Diajukan : 18/03/2023

Diterima : 06/04/2023

Dipublikasi : 19/04/2023

ABSTRAK

Penelitian 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 01095480958 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

I. 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) (Amiruddin, Nuraeni, & Netty, 2022). Sinjai juga 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.

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. Dengan adanya permasalahan tersebut, peneliti diharapkan dapat membantu Koperasi Kopi Manipi dalam melakukan peramalan/prediksi terhadap jumlah produksi kopi yang akan dihasilkan untuk periode selanjutnya.

Berbagai penelitian yang terkait dengan peramalan terhadap jumlah produksi komoditi pertanian/ perkebunan telah dilakukan seperti (Wati, Sebayang, & Sitepu, 2013) dimana hasil peramalan jumlah produksi kelapa sawit berdasarkan variabel pemupukan, tenaga kerja dan rata-rata curah hujan dengan menggunakan metode Regresi Linier Berganda lebih baik daripada metode Fuzzy. Lalu penelitian yang dilakukan oleh (Sari, Ananda, & Rani, 2021) diperoleh kesimpulan bahwa peramalan jumlah produksi beras dengan input luas panen, jumlah penduduk dan konsumsi dengan menggunakan metode Regresi Linier Berganda metode kuadrat terkecil lebih baik dibandingkan dengan Logika Fuzzy metode Mamdani. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh (Rahakbauw, Rianekuay, & Lesnussa, 2019), yang memprediksi Jumlah Produksi Karet menggunakan metode Fuzzy Mamdani. Dari penelitian tersebut diperoleh kesimpulan bahwa penerapan Logika Fuzzy dengan Metode Mamdani efektif diterapkan dalam aplikasi *software* Matlab untuk membantu pihak perusahaan dalam memprediksi penentuan jumlah produksi karet dalam satuan Liter per hari.

Berdasarkan hal tersebut peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan melakukan peramalan dengan menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi produksi kopi seperti curah hujan dan biaya pemeliharaan. Adapun kebaruan dari penelitian ini yaitu membandingkan metode Metode Fuzzy Tsukamoto dan Regresi Linear Berganda dengan cara menghitung nilai rata-rata kesalahan relatif dari peramalan. Diharapkan dari penelitian ini dapat membantu Koperasi Kopi Manipi dalam menentukan metode apa yang paling tepat dalam melakukan peramalan untuk mengoptimalkan jumlah produksi kopi yang dihasilkan pada periode yang akan datang.

II. STUDI LITERATUR

Prediksi

Prediksi (peramalan) adalah usaha menduga atau memperkirakan sesuatu yang akan terjadi di waktu mendatang dengan memanfaatkan berbagai informasi yang relevan pada waktu-waktu sebelumnya (*historis*) melalui suatu metode ilmiah. Tujuan dari prediksi adalah mendapatkan informasi apa yang akan terjadi di masa mendatang dengan probabilitas kejadian terbesar. Metode prediksi dapat dilakukan secara kualitatif melalui pendapat para pakar atau secara kuantitatif dengan perhitungan secara matematis. Salah satu metode prediksi kuantitatif adalah menggunakan analisis deret waktu (*time series*) (Wanto & Windarto, 2017).

Produksi

Menurut (Nur & Suyuti, 2017), 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

Kopi

Kopi (*Coffea sp*) merupakan tanaman yang menghasilkan sejenis minuman. Minuman tersebut diperoleh dari seduhan kopi dalam bentuk bubuk. Kopi bubuk adalah biji kopi yang telah disangrai, digiling atau ditumbuk hingga menyerupai serbuk halus (Arpah, 1993).

Penyangraian biji kopi akan mengubah secara kimiawi kandungan-kandungan dalam biji kopi, disertai susut bobotnya, bertambah besarnya ukuran biji kopi dan perubahan warna bijinya. Kopi biji setelah disangrai akan mengalami perubahan kimia yang merupakan unsur cita rasa yang lezat (Ridwansyah, 2003)

Fuzzy

Menurut (Naba, 2009) istilah fuzzy didefinisikan sebagai *blurred* (kabur atau remang-remang), *indistinct* (tidak jelas), *imprecisely defined* (didefinisikan secara tidak tepat), *confused* (membingungkan). Mendengar definisi-definisi istilah fuzzy tersebut, mereka yang belum pernah mendengar istilah sistem fuzzy bisa salah mengerti. Dalam teori logika fuzzy, kata fuzzy dilihat

seperti *technical adjective*. Penggunaan istilah sistem fuzzy tidak bermaksud mengacu kepada suatu sistem yang tidak jelas/remang-remang dalam pendefinisian dan cara kerjanya. Sebaliknya, yang dimaksud sistem fuzzy itu adalah sistem yang dibuat berdasarkan cara kerja, pendefinisian dan pendeskripsian yang mengacu pada logika fuzzy. Yang ingin digaris bawahi disini adalah bahwa meskipun suatu kejadian yang ingin digambarkan menggunakan sistem fuzzy adalah bersifat fuzzy, sistem fuzzy yang dibuat untuk menggambarkan kejadian tersebut memiliki pengertian cara kerja dan deskripsi yang jelas berlandaskan pada teori logika fuzzy.

Menurut (Puspita & Yulianti, 2016), Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem fuzzy, yaitu: Variabel fuzzy, Himpunan fuzzy, Semesta pembicaraan, Domain Dalam sistem kontrol terdapat beberapa tahapan operasional logika fuzzy yang meliputi: Fuzzyfikasi, Aturan dasar (*Rule Based*), Penalaran (*Inference Machine*), Defuzzyfikasi.

Fuzzy Tsukamoto

Pada metode Fuzzy Tsukamoto, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk *if – then* harus direpresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan monoton. Sebagai hasilnya, keluaran hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan α -predikat (*fire strength*). Hasil akhir menggunakan rata-rata terbobot (Widaningsih, 2017) dalam inferensinya, metode Fuzzy Tsukamoto menggunakan tahapan berikut :

1. Pembentukan himpunan fuzzy. Variabel input maupun output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.
2. Fuzzifikasi, yaitu menentukan derajat keanggotaan variabel input.
3. Pembentukan basis pengetahuan Fuzzy (*Rule* dalam bentuk *IF... THEN*).
4. Implikasi dengan fungsi MIN untuk mendapatkan nilai α -predikat tiap-tiap *rule* ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$) Kemudian masing-masing nilai α -predikat ini digunakan untuk menghitung keluaran hasil inferensi secara tegas (*crisp*) masing-masing *rule* ($Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_n$).
5. Defuzzifikasi menggunakan metode rata-rata

$$\bar{Z} = \frac{\sum (\alpha_i Z_i)}{\sum \alpha_i}$$

Keterangan : Z= Variabel output, α_i = Nilai α predikat , Z_i = Nilai variabel output

Kesalahan Relatif

Kesalahan relatif (*relative error*) adalah ukuran kesalahan dalam kaitannya dengan pengukuran (Wati, Sebayang, & Sitepu, 2013). Kesalahan relatif didefinisikan dengan:

$$e_r = \frac{X_s - X_a}{X_s}$$

dengan: e_r = kesalahan relatif

X_s = nilai sebenarnya

X_a = nilai perhitungan

Untuk melihat rata-rata kesalahan relatif yang terjadi pada suatu data dinyatakan dengan:

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

Regresi Linear Berganda

Menurut (Made, 2016) 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). Tujuan dari uji regresi linier berganda adalah untuk memprediksi nilai variabel tak bebas/*response* (Y) apabila nilai-nilai variabel bebasnya/*predictor* (X_1, X_2, \dots, X_n) diketahui. Disamping itu juga untuk dapat mengetahui bagaimanakah arah hubungan variabel tak bebas dengan variabel-variabel bebasnya.

Persamaan regresi linier berganda secara matematik diekspresikan oleh:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n$$

Yang mana:

Y=variabel tak bebas (nilai variabel yang akan diprediksi)

a = konstanta

b_1, b_2, \dots, b_n =nilai koefisien regresi

X_1, X_2, \dots, X_n =variabel bebas

Bila terdapat 2 variabel bebas, yaitu X_1 dan X_2 , maka bentuk persamaan regresinya adalah:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2$$

Keadaan-keadaan bila koefisien-koefisien regresi, yaitu b_1 dan b_2 mempunyai nilai:

1. Nilai=0. Dalam hal ini variabel Y tidak dipengaruhi oleh X_1 dan X_2
2. Nilainya negatif. Disini terjadi hubungan dengan arah terbalik antara variabel tak bebas Y dengan variabel-variabel X_1 dan X_2
3. Nilainya positif. Disini terjadi hubungan yang searah antara variabel tak bebas Y dengan variabel bebas X_1 dan X_2

Koefisien-koefisien regresi b_1 dan b_2 serta konstanta a dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$b_1 = \beta_1 \left(\frac{SDY}{SDX_1} \right), b_2 = \beta_2 \left(\frac{SDY}{SDX_2} \right), a = \bar{Y} - \sum_{i=1}^k b_i \bar{X}_i = \bar{Y} - (b_1 \bar{X}_1 + b_2 \bar{X}_2)$$

keterangan : b_1, b_2 = Nilai Koefisien Regresi

SD Y, SD X1, SD X2 = Standar Deviasi

β_1, β_2 = Nilai Prediksi Variabel

a = Konstanta

$\bar{Y}, \bar{X}_1, \bar{X}_2$ = Mean atau Rata-rata

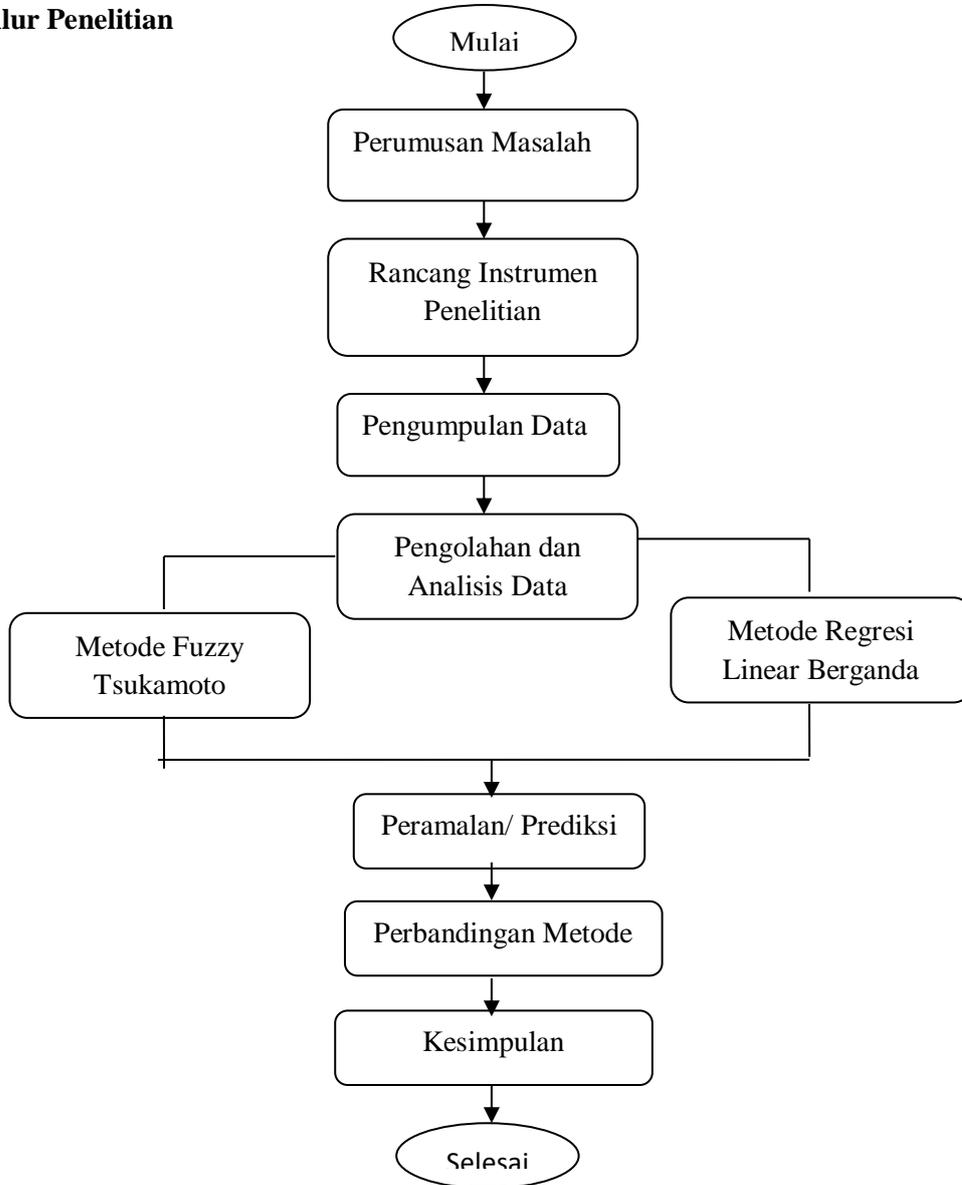
Python

Python adalah bahasa pemrograman yang populer saat ini. Python dapat digunakan untuk Pengembangan web (sisi server), Pengembangan perangkat lunak atau membuat aplikasi (software), Menyelesaikan persamaan Matematika, Pembuatan skrip sistem dan Pemrograman Mikrokontroler (MicroPython). Alasan untuk menggunakan dan mempelajari Python adalah Python dapat bekerja pada platform yang berbeda (Windows, Mac, Linux, Raspberry Pi, dll), Python berjalan pada sistem interpreter, artinya kode dapat dieksekusi segera setelah ditulis. Ini berarti pembuatan *prototype* bisa sangat cepat, Python dapat diperlakukan dengan cara prosedural, cara berorientasi objek atau cara fungsional, dan Python memiliki banyak Pustaka (Arif, 2020).

SPSS

SPSS merupakan singkatan dari Statistical Package for The Social Sciences karena program ini mula-mula dipakai untuk meneliti ilmu-ilmu sosial, namun seiring perkembangannya dari waktu ke waktu SPSS penggunaannya semakin luas untuk berbagai bidang ilmu seperti bisnis, pertanian, industry, ekonomi, psikologi dan lain-lain sehingga sampai sekarang kepanjangan SPSS adalah Statistical Product and Service Solution (Oktofiyani & Anggraeni, 2016)

III. METODE
Alur Penelitian



Gambar 1. Alur Penelitian

Penelitian dimulai dengan perumusan masalah dimana peneliti merumuskan masalah-masalah pada penelitian yang akan dilakukan. Pada tahap perancangan instrumen penelitian, peneliti menjelaskan definisi operasional variabel bebas dan tak bebas sesuai dengan model penelitian. Pada tahap 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. Pada tahap pengolahan dan analisis data, Pengolahan data dalam metode *fuzzy* dengan menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto akan dilakukan fuzzifikasi, sistem inferensi *fuzzy*, dan defuzzifikasi. Fuzzifikasi berfungsi untuk mengubah nilai tegas (*crisp*) ke nilai *fuzzy*. Sistem inferensi *fuzzy* adalah

penarikan kesimpulan berdasarkan aturan atau kaidah *fuzzy*. Sementara metode Regresi linear berganda, untuk menentukan nilai a , b_1 , dan b_2 digunakan metode kuadrat terkecil. Tahap peramalan/ prediksi pada kedua metode diatas menggunakan *Google Colaboratory* dan *toolboxSPSS*. Pada tahap perbandingan, dilakukan perhitungan Rata-rata Jumlah Kesalahan Relatif (*error*) untuk mengetahui kesalahan relatif terkecil dari kedua metode tersebut. Pada tahap kesimpulan peneliti dapat menyimpulkan metode yang lebih tepat dan optimal dalam peramalan jumlah produksi berdasarkan hasil perhitungan dan perbandingan kedua metode yang digunakan.

Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dimana 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:

a. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang memiliki pengaruh terhadap variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu Curah Hujan dan Biaya Pemeliharaan.

b. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas. Variabel terikat pada penelitian ini yaitu Jumlah Produksi.

Metode 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. Data yang diperoleh ialah tentang curah hujan, biaya pemeliharaan dan jumlah produksi kopi yang dihasilkan Koperasi Manipi

Metode Analisis Data

Data yang telah dikumpulkan selanjutnya di analisis dengan Metode Fuzzy Tsukamoto mulai dari *fuzzifikasi* sampai *defuzzifikasi* menggunakan aplikasi *Google Colaboratory* (Google, 2023) dengan Bahasa pemrograman *python*. Untuk metode Regresi linear berganda dilakukan perhitungan nilai koefisien a , b_1 dan b_2 dengan menggunakan metode kuadrat terkecil dan aplikasi SPSS 25. Kemudian dilanjutkan untuk menghitung korelasi antar variabel serta Uji hipotesis (Uji F dan Uji T) untuk mengetahui pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikatnya. Selanjutnya dilakukan peramalan/prediksi dari kedua metode tersebut dan membandingkan hasil yang diperoleh dengan menghitung kesalahan relatifnya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Metode Fuzzy Tsukamoto

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)

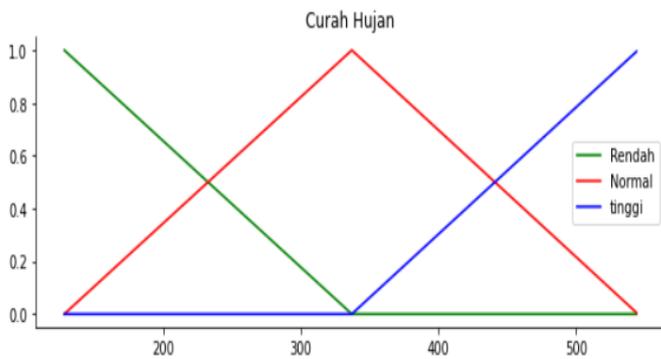
Biaya Pemeliharaan memiliki rentang nilai antara 8000-36500 Rp dan terdiri atas 3 himpunan *fuzzy* yaitu: SEDIKIT, NORMAL, BANYAK.

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)



$$\mu_{X_1 \text{RENDAH}}(X_{1i}) = \begin{cases} 1 & X \leq 128 \\ \frac{337 - X_{1i}}{337 - 128} & 128 < X < 337 \\ 0 & X \geq 337 \end{cases}$$

$$\mu_{X_1 \text{NORMAL}}(X_{1i}) = \begin{cases} 0 & X \leq 128 \text{ atau } X \geq 545 \\ \frac{X_{1i} - 128}{337 - 128} & 128 < X < 337 \\ \frac{545 - X_{1i}}{545 - 337} & 337 < X < 545 \\ 1 & X = 337 \end{cases}$$

$$\mu_{X_1 \text{TINGGI}}(X_{1i}) = \begin{cases} 0 & X \leq 337 \\ \frac{X_{1i} - 337}{545 - 337} & 337 < X < 545 \\ 1 & X \geq 545 \end{cases}$$

Gambar 2. Kurva variabel *input* curah hujan

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



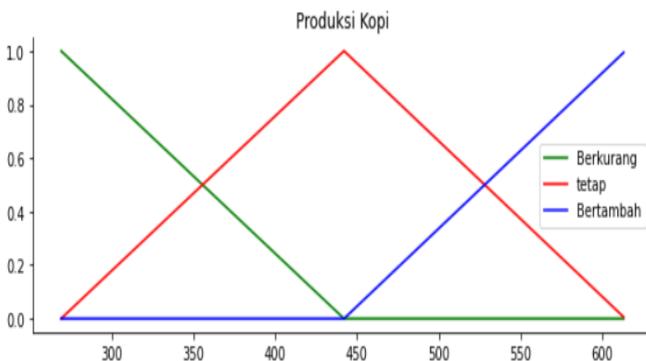
$$\mu_{X_2 \text{SEDIKIT}}(X_{2i}) = \begin{cases} 1 & X \leq 8000 \\ \frac{22250 - X_{2i}}{22250 - 8000} & 8000 < X < 22250 \\ 0 & X \geq 22250 \end{cases}$$

$$\mu_{X_2 \text{NORMAL}}(X_{2i}) = \begin{cases} 0 & X \leq 8000 \text{ atau } X \geq 36500 \\ \frac{X_{2i} - 8000}{22250 - 8000} & 8000 < X < 22250 \\ \frac{36500 - X_{2i}}{36500 - 22250} & 22250 < X < 36500 \\ 1 & X = 22250 \end{cases}$$

$$\mu_{X_2 \text{BANYAK}}(X_{2i}) = \begin{cases} 0 & X \leq 22250 \\ \frac{X_{2i} - 22250}{36500 - 22250} & 22250 < X < 36500 \\ 1 & X \geq 36500 \end{cases}$$

Gambar 3. Kurva variabel input biaya pemeliharaan

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



$$\mu_{Y \text{BERKURANG}}(Y_i) = \begin{cases} 1 & Y \leq 269 \\ \frac{442 - Y_i}{442 - 269} & 269 < Y < 442 \\ 0 & Y \geq 442 \end{cases}$$

$$\mu_{Y \text{TETAP}}(Y_i) = \begin{cases} 0 & Y \leq 269 \text{ atau } Y \geq 614 \\ \frac{Y_i - 269}{442 - 269} & 269 < Y < 442 \\ \frac{614 - Y_i}{614 - 442} & 442 < Y < 614 \\ 1 & Y = 442 \end{cases}$$

$$\mu_{Y \text{BERTAMBAH}}(Y_i) = \begin{cases} 0 & X \leq 442 \\ \frac{Y_i - 442}{614 - 442} & 442 < Y < 614 \\ 1 & X \geq 614 \end{cases}$$

Gambar 4. Kurva Variabel Output

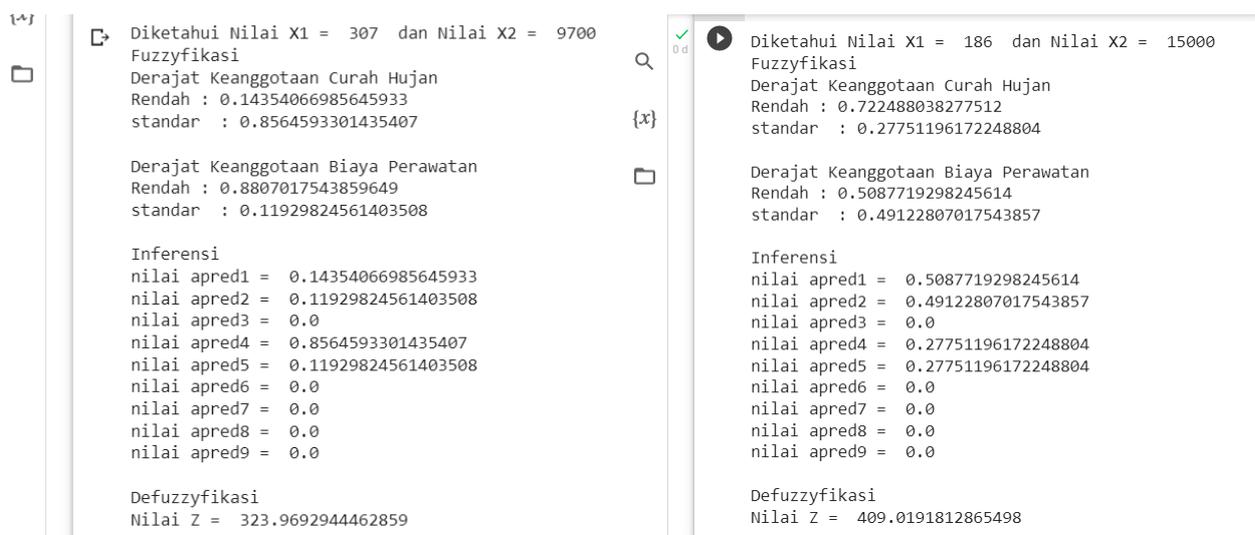
Tabel 1. Aturan Fuzzy

No	Variabel		
	Curah Hujan	Biaya Pemeliharaan	Produksi
1	Rendah	Sedikit	Tetap
2	Rendah	Normal	Tetap
3	Rendah	Banyak	Bertambah
4	Normal	Sedikit	Tetap
5	Normal	Normal	Tetap
6	Normal	Banyak	Bertambah
7	Tinggi	Sedikit	Berkurang
8	Tinggi	Normal	Tetap
9	Tinggi	Banyak	Tetap

Dalam penelitian ini digunakan 9 aturan *fuzzy* yaitu :

- [R1] Jika X_1 RENDAH dan X_2 SEDIKIT, maka Y TETAP
- [R2] Jika X_1 RENDAH dan X_2 NORMAL, maka Y TETAP
- [R3] Jika X_1 RENDAH dan X_2 BANYAK, maka Y BERTAMBAH
- [R4] Jika X_1 NORMAL dan X_2 SEDIKIT, maka Y TETAP
- [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

Proses menghitung Fuzzy Tsukamoto ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi *Google Colaboratory* dengan Bahasa pemrograman *python* dan *output* dari perhitungan Fuzzy Tsukamoto adalah:



Gambar 5. Hasil Defuzzyfikasi Mei dan Juni 2021 menggunakan *Python*

```

print("Nilai Z = ", z)

Diketahui Nilai X1 = 157 dan Nilai X2 = 36500
Fuzzyfikasi
Derajat Keanggotaan Curah Hujan
Rendah : 0.861244019138756
standar : 0.13875598086124402

Derajat Keanggotaan Biaya Perawatan

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

Diketahui Nilai X1 = 303 dan Nilai X2 = 10000
Fuzzyfikasi
Derajat Keanggotaan Curah Hujan
Rendah : 0.16267942583732056
standar : 0.8373205741626795

Derajat Keanggotaan Biaya Perawatan
Rendah : 0.8596491228070176
standar : 0.14035087719298245

Inferensi
nilai apred1 = 0.16267942583732056
nilai apred2 = 0.14035087719298245
nilai apred3 = 0.0
nilai apred4 = 0.8373205741626795
nilai apred5 = 0.14035087719298245
nilai apred6 = 0.0
nilai apred7 = 0.0
nilai apred8 = 0.0
nilai apred9 = 0.0

Defuzzyfikasi
Nilai Z = 330.06571648185337
    
```

Gambar 6. Hasil Defuzzyfikasi Juli dan Agustus 2021 menggunakan Python

```

Diketahui Nilai X1 = 323 dan Nilai X2 = 8500
Fuzzyfikasi
Derajat Keanggotaan Curah Hujan
Rendah : 0.06698564593301436
standar : 0.9330143540669856

Derajat Keanggotaan Biaya Perawatan
Rendah : 0.9649122807017544
standar : 0.03508771929824561

Inferensi
nilai apred1 = 0.06698564593301436
nilai apred2 = 0.03508771929824561
nilai apred3 = 0.0
nilai apred4 = 0.9330143540669856
nilai apred5 = 0.03508771929824561
nilai apred6 = 0.0
nilai apred7 = 0.0
nilai apred8 = 0.0
nilai apred9 = 0.0

Defuzzyfikasi
Nilai Z = 295.2755296315576

Diketahui Nilai X1 = 499 dan Nilai X2 = 8000
Fuzzyfikasi
Derajat Keanggotaan Curah Hujan
standar : 0.22115384615384615
Tinggi : 0.7788461538461539

Derajat Keanggotaan Biaya Perawatan
Rendah : 1.0

Inferensi
nilai apred1 = 0.0
nilai apred2 = 0.0
nilai apred3 = 0.0
nilai apred4 = 0.22115384615384615
nilai apred5 = 0.0
nilai apred6 = 0.0
nilai apred7 = 0.7788461538461539
nilai apred8 = 0.0
nilai apred9 = 0.0

Defuzzyfikasi
Nilai Z = 328.59670857988164
    
```

Gambar 7. Hasil Defuzzyfikasi September 2021 dan Mei 2022 menggunakan Python

```

Diketahui Nilai X1 = 545 dan Nilai X2 = 14000
Fuzzyfikasi
Derajat Keanggotaan Curah Hujan

Derajat Keanggotaan Biaya Perawatan
Rendah : 0.5789473684210527
standar : 0.42105263157894735

Inferensi
nilai apred1 = 0.0
nilai apred2 = 0.0
nilai apred3 = 0.0
nilai apred4 = 0.0
nilai apred5 = 0.0
nilai apred6 = 0.0
nilai apred7 = 0.5789473684210527
nilai apred8 = 0.5789473684210527
nilai apred9 = 0.0

Defuzzyfikasi
Nilai Z = 341.8421

Diketahui Nilai X1 = 402 dan Nilai X2 = 33500
Fuzzyfikasi
Derajat Keanggotaan Curah Hujan
standar : 0.6875
Tinggi : 0.3125

Derajat Keanggotaan Biaya Perawatan
standar : 0.21052631578947367
Tinggi : 0.7894736842105263

Inferensi
nilai apred1 = 0.0
nilai apred2 = 0.0
nilai apred3 = 0.0
nilai apred4 = 0.0
nilai apred5 = 0.21052631578947367
nilai apred6 = 0.6875
nilai apred7 = 0.0
nilai apred8 = 0.21052631578947367
nilai apred9 = 0.21052631578947367

Defuzzyfikasi
Nilai Z = 438.2371374196089
    
```

Gambar 8. Hasil Defuzzyfikasi Juni dan Juli 2022 menggunakan Python

```

print("Nilai Z = ", z)

Diketahui Nilai X1 = 208 dan Nilai X2 = 11000
Fuzzyfikasi
Derajat Keanggotaan Curah Hujan
Rendah : 0.6172248803827751
standar : 0.3827751196172249

Derajat Keanggotaan Biaya Perawatan
Rendah : 0.7894736842105263
standar : 0.21052631578947367

Inferensi
nilai apred1 = 0.6172248803827751
nilai apred2 = 0.21052631578947367
nilai apred3 = 0.0
nilai apred4 = 0.3827751196172249
nilai apred5 = 0.21052631578947367
nilai apred6 = 0.0
nilai apred7 = 0.0
nilai apred8 = 0.0
nilai apred9 = 0.0

Defuzzyfikasi
Nilai Z = 362.9143911201328

Diketahui Nilai X1 = 128 dan Nilai X2 = 9300
Fuzzyfikasi
Derajat Keanggotaan Curah Hujan
Rendah : 1.0

Derajat Keanggotaan Biaya Perawatan
Rendah : 0.9087719298245615
standar : 0.0912280701754386

Inferensi
nilai apred1 = 0.9087719298245615
nilai apred2 = 0.0912280701754386
nilai apred3 = 0.0
nilai apred4 = 0.0
nilai apred5 = 0.0
nilai apred6 = 0.0
nilai apred7 = 0.0
nilai apred8 = 0.0
nilai apred9 = 0.0

Defuzzyfikasi
Nilai Z = 300.5565897199138
    
```

Gambar 9. Hasil Defuzzyfikasi Agustus dan September 2022 menggunakan Python

Analisis Dengan Metode Regresi Linear Berganda

Proses menghitung Regresi Linier Berganda ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi SPSS.

Tabel 2. Rata-rata dan Standar Deviasi
Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
Jumlah Produksi Kopi (Y)	393.2000	110.97928	10
Curah Hujan (X1)	305.8000	142.11638	10
Biaya Pemeliharaan (X2)	15550.0000	10516.15160	10

Tabel 3. Tingkat Korelasi dan Hubungan

No	Nilai Korelasi (r)	Tingkat Hubungan
1	0,00-0,199	Sangat Lemah
2	0,20-0,399	Lemah
3	0,40-0,599	Cukup
4	0,60-0,799	Kuat
5	0,80-0,100	Sangat Kuat

Tabel 4. *Output Regression Correlations*
Correlations

	Jumlah Produksi Kopi (Y)	Curah Hujan (X1)	Biaya Pemeliharaan (X2)
Pearson Correlation	Jumlah Produksi Kopi (Y)	1.000	-.600
	Curah Hujan (X1)	-.600	1.000
	Biaya Pemeliharaan (X2)	.654	-.127
Sig. (1-tailed)	Jumlah Produksi Kopi (Y)	.	.033
	Curah Hujan (X1)		.020
	Biaya Pemeliharaan (X2)		

	Curah Hujan (X1)	.033	.	.363
	Biaya Pemeliharaan (X2)	.020	.363	.
N	Jumlah Produksi Kopi (Y)	10	10	10
	Curah Hujan (X1)	10	10	10
	Biaya Pemeliharaan (X2)	10	10	10

Keterangan:

1. Hubungan antara curah hujan dengan jumlah produksi kopi sebesar $r = -0,600$. nilai korelasi negatif tersebut berarti adanya hubungan yang berbalik arah antar curah hujan dan jumlah produksi kopi bubuk. Dimana semakin rendah curah hujan, maka jumlah produksi kopi akan semakin meningkat. Nilai 0,600 dengan kriteria tingkat hubungan “kuat” dan berdasarkan uji signifikansi hasilnya menunjukkan nilai 0,033 yang berarti asosiasi kedua variabel adalah signifikan.
2. Hubungan antara biaya pemeliharaan dan jumlah produksi kopi sebesar $r = 0,654$ dengan kriteria tingkat hubungan “kuat”. Dimana biaya pemeliharaan berbanding lurus dengan jumlah produksi kopi.
3. Hubungan antara biaya pemeliharaan dan curah hujan sebesar $r = -0,127$ dengan kriteria tingkat hubungan “sangat lemah” dan berdasarkan uji signifikansi hasilnya menunjukkan nilai 0,363 yang berarti asosiasi kedua variabel adalah tidak signifikan.

Keterangan:

- a. Jika angka signifikansi $<0,05$, maka hubungan kedua variabel signifikan.
- b. Jika angka signifikansi $>0,05$, maka hubungan kedua variabel tidak signifikan.

Tabel 5. *Output Regression Variables Entered Variables Entered/Removed^a*

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Biaya Pemeliharaan (X2), Curah Hujan (X1) ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: Jumlah Produksi Kopi (Y)

b. All requested variables entered.

Output pada tabel diatas menjelaskan tentang variabel yang dimasukkan dan yang dikeluarkan dari model. Dalam hal ini semua variabel dimasukkan dan metode yang digunakan adalah enter.

Tabel 6. *Output Regression Model Summary*

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	R Square Change	Change Statistics			
						F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.837 ^a	.700	.615	68.90543	.700	8.173	2	7	.015

a. Predictors: (Constant), Biaya Pemeliharaan (X2), Curah Hujan (X1)

b. Dependent Variable: Jumlah Produksi Kopi (Y)

Output pada tabel diatas menjelaskan tentang nilai korelasi ganda (R), koefisien determinasi yang disesuaikan (*Adjusted R Square*) dan ukuran kesalahan prediksi (*Std Error of the estimate*).

Korelasi ganda antara curah hujan dan bahan baku dengan jumlah produksi kopi diperoleh nilai sebesar $R = 0,837$ dengan kriteria tingkat hubungan “sangat kuat”. Nilai *R Square* pada hasil ini menunjukkan nilai sebesar 0,700 atau 70%. Nilai tersebut mengandung arti bahwa pengaruh curah hujan (X₁) dan biaya pemeliharaan (X₂) terhadap jumlah produksi kopi (Y) sebesar 70%, sisanya sebesar 30% dipengaruhi oleh faktor atau variabel lain diluar penelitian.

Tabel 7. *Output Regression ANOVA*

Model	ANOVA ^a					
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	77611.891	2	38805.946	8.173	.015 ^b
	Residual	33235.709	7	4747.958		
	Total	110847.600	9			

a. Dependent Variable: Jumlah Produksi Kopi (Y)

b. Predictors: (Constant), Biaya Pemeliharaan (X2), Curah Hujan (X1)

1. UJI F

Uji f dalam penelitian ini digunakan untuk mengetahui apakah variabel curah hujan dan biaya pemeliharaan secara simultan atau bersama-sama mempengaruhi jumlah produksi kopi. Untuk menguji hipotesis ini :

→ H_0 = Variabel curah hujan dan biaya pemeliharaan secara simultan tidak berpengaruh signifikan terhadap jumlah produksi kopi.

→ H_1 = Variabel curah hujan dan biaya pemeliharaan secara simultan berpengaruh signifikan terhadap jumlah produksi kopi.

Untuk menguji hipotesis simultan tersebut, yaitu membandingkan *Sig* dengan *alpha* atau membandingkan F_{hitung} dengan F_{tabel} .

a. $F_{hitung}=8,173$

F_{tabel} → taraf signifikansi $\alpha = 5\% = 0,05$ karena uji dua pihak (*two tails*),

$$db = n - m - 1 = 10 - 2 - 1 = 7$$

Pembilang $m=2$ dan penyebut $db=7$

Sehingga $F_{(a)(m,db)} = F_{(0,05)(2,7)} = 4,74$

$F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima yang artinya ada pengaruh biaya pemeliharaan dan curah hujan terhadap jumlah produksi kopi.

b. Taraf signifikansi 0,05 (5%)

Signifikansi hasil uji $p = 0,015$

Signifikansi hasil uji (*sig*) < taraf signifikansi ($0,015 < 0,05$), maka H_0 ditolak dan H_1 diterima yang artinya variabel curah hujan dan biaya pemeliharaan secara simultan berpengaruh signifikan terhadap jumlah produksi kopi.

2. UJI T

Uji t dalam penelitian ini digunakan untuk mengetahui pengaruh curah hujan dan biaya pemeliharaan secara *partial* (sendiri-sendiri) terhadap jumlah produksi kopi. Karena penelitian ini menggunakan 2 variabel bebas, maka ada 2 hipotesis yang akan dibuktikan kebenarannya dengan menggunakan perbandingan *sig vs alpha* penelitian atau T_{hitung} vs T_{tabel} . Hasil uji t dapat dilihat pada tabel 4.9.

a. Taraf Signifikansi 0,05 (5%)

→ Perbandingan Signifikansi vs *alpha* untuk variabel curah hujan dengan taraf signifikansi/nilai *alpha* = 0,040

Signifikansi hasil uji (*sig*) < taraf signifikansi ($0,040 < 0,05$), maka H_0 ditolak, dengan kata lain variabel curah hujan secara *partial* berpengaruh signifikan terhadap jumlah produksi kopi.

→ Perbandingan Signifikansi vs *alpha* untuk variabel biaya pemeliharaan dengan taraf signifikansi/nilai *alpha* = 0,026

Signifikansi hasil uji (*sig*) < taraf signifikansi ($0,026 < 0,05$), maka H_0 ditolak, dengan kata lain variabel biaya pemeliharaan secara *partial* berpengaruh signifikan terhadap jumlah produksi kopi.

b. T_{hitung} vs T_{tabel}

Dasar pengambilan keputusan jika menggunakan T_{hitung} vs T_{tabel} :

- Jika $T_{hitung} < T_{tabel}$, maka H_0 diterima (tidak signifikan)
- Jika $T_{hitung} > T_{tabel}$, maka H_0 ditolak (signifikan)

→ variabel curah hujan, $T_{hitung} = -2,520$. Selanjutnya untuk mengambil nilai T_{tabel} dengan melihat α penelitian 5% dan nilai df yang dapat dilihat pada kolom df dalam tabel anova pada tabel 4.9 (baris residual). Kemudian, buka T_{tabel} dan ambil nilai pada df = 7, alpha 5% untuk uji 2 sisi (two tailed).

$$T_{tabel} = 2,365$$

$T_{hitung} > T_{tabel}$ ($-2,520 > 2,365$), artinya H_0 ditolak, dengan kata lain curah hujan secara *partial* berpengaruh signifikan terhadap jumlah produksi kopi.

→ variabel biaya pemeliharaan, $T_{hitung} = 2,816$. Selanjutnya untuk mengambil nilai T_{tabel} dengan melihat α penelitian 5% dan nilai df yang dapat dilihat pada kolom df dalam tabel anova pada tabel 4.9 (baris residual). Kemudian, buka T_{tabel} dan ambil nilai pada df = 7, alpha 5% untuk uji 2 sisi (two tailed).

$$T_{tabel} = 2,365$$

$T_{hitung} > T_{tabel}$ ($2,816 > 2,365$), artinya H_0 ditolak, dengan kata lain biaya pemeliharaan secara *partial* berpengaruh signifikan terhadap jumlah produksi kopi.

Tabel 8. *Output Regression Coefficients*

		Coefficients ^a						
		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients			95,0% Confidence Interval for B	
Model		B	Std. Error	Beta	t	Sig.	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)

Constant merupakan nilai alpha dari persamaan regresi $\bar{Y} = a + b_1X_1 + b_2X_2$. Sedangkan untuk baris curah hujan dan biaya pemeliharaan adalah koefisien regresi dari masing-masing variabel bebas (β_1 dan β_2 dalam persamaan regresi linier). Dari nilai masing-masing koefisien yang diperoleh dibentuk persamaan seperti berikut:

$$\bar{Y} = a + b_1X_1 + b_2X_2 = 422,330 + (-0,411X_1) + 0,006X_2$$

Berdasarkan persamaan diatas, maka:

1. $\alpha = 422,330$. Artinya apabila curah hujan dan biaya pemeliharaan sebesar 0, maka jumlah produksi kopi sebesar 422,330.
2. $\beta_1 = -0,411$. Artinya setiap penambahan 1 mm curah hujan, maka jumlah produksi kopi akan berkurang sebanyak -0,411. Dalam hal ini curah hujan berbanding terbalik dengan jumlah produksi kopi. Dimana semakin rendah curah hujan, maka jumlah produksi kopi akan meningkat.
3. $\beta_2 = 0,006$. Artinya setiap penambahan 1 Rp biaya pemeliharaan, maka jumlah produksi kopi akan bertambah sebanyak 0,006.

Jika masing-masing variabel X_1 dan X_2 di masukkan ke dalam persamaan, maka diperoleh hasil peramalan seperti dalam Tabel 4.12.

Tabel 9. *Residuals Statistics*

Residuals Statistics ^a					
	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	267.0685	584.1887	393.2000	92.86304	10
Residual	-107.44315	113.02634	.00000	60.76888	10
Std. Predicted Value	-1.358	2.057	.000	1.000	10
Std. Residual	-1.559	1.640	.000	.882	10

a. Dependent Variable: Jumlah Produksi Kopi (Y)

Perbandingan Hasil Fuzzy Tsukamoto dan Regresi Linier Berganda

Adapun hasil peramalan dalam Logika *Fuzzy* dan Regresi Linier Berganda yaitu:

Tabel 10. Hasil 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
								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 10 juga terlihat perbedaan hasil peramalan antara metode fuzzy tsukamoto dengan regresi linier berganda. Jika kedua hasil tersebut dibandingkan dengan Y sebagai data riil nya, maka hasil dari metode regresi linier berganda memiliki selisih yang lebih kecil dibanding dengan fuzzy tsukamoto. Dengan demikian untuk peramalan jumlah produksi kopi selanjutnya agar mengimplementasikan metode Regresi Linier Berganda

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa 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%. Berdasarkan hal tersebut, peneliti memberikan solusi kepada Koperasi Kopi Manipi agar pengimplementasian metode regresi linier berganda dalam memprediksi jumlah produksi kopi yang akan dihasilkan pada periode yang akan datang

VI. REFERENSI

Amiruddin, A., Nuraeni, & Netty. (2022). PENENTUAN KOMODITAS UNGGULAN DAN SUBSEKTOR UNGGULAN PERTANIAN DI KABUPATEN SINJAI PROVINSI SULAWESI SELATAN. *JOURNAL TECHNO-ECO-FARMING*, II (1).



-
- Arif, A. M. (2020). *Buku Ajar Pemrograman Lanjut Bahasa Pemrograman Python*. Yogyakarta: Universitas Ahmad Dahlan.
- Arpah. (1993). *Pengawasan Mutu Pangan*. Bandung: Tarsito.
- Made, I. Y. (2016). *Modul Regresi Linier Berganda*. Bali: Universitas Udayana.
- Muchlisin, R. (2014). Retrieved from Logika Fuzzy: <https://www.kajianpustaka.com/2014/03/logika-fuzzy.html>
- Mulyanto, A., & Haris, A. (2016). Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto Untuk Menentukan Jumlah Jam Overtime Pada Produksi Barang di PT Asahi Best Base Indonesia (ABBI) Bekasi. *Jurnal Informatika SIMANTIK*, 1 (1).
- Naba, A. (2009). *Belajar Cepat Fuzzy Logic Menggunakan Matlab*. Yogyakarta: ANDI.
- Nur, R., & Suyuti, M. A. (2017). *Pengantar Sistem Manufaktur*. Yogyakarta: CV Budi Utama.
- 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*, XLVI (1), 46-53.
- Puspita, E. S., & Yulianti, L. (2016). PERANCANGAN SISTEM PERAMALAN CUACA BERBASIS LOGIKA FUZZY. *Jurnal Media Infotama*, XII (1).
- Rahakbauw, D. L., Rianekuay, F. J., & Lesnussa, Y. A. (2019). PENERAPAN METODE FUZZY MAMDANI UNTUK MEMPREDIKSI JUMLAH PRODUKSI KARET (STUDI KASUS: DATA PERSEDIAAN DAN PERMINTAAN PRODUKSI KARET PADA PTP NUSANTARA XIV (PERSERO) KEBUN AWAYA, TELUK ELPAPUTIH, MALUKU-INDONESIA). *Jurnal Ilmiah Matematika dan Terapan (JIMT)*, XVI (1).
- Ridwansyah. (2003). *Pengolahan Kopi*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Sari, Y. R., Ananda, L. R., & Rani, M. (2021). Perbandingan Analisis Logika Fuzzy dan Regresi Linier Berganda dalam Menentukan Produksi Beras Nasional. *Jurnal KomtekInfo*, VIII (4), 239-248.
- Wanto, A., & Windarto, A. P. (2017). Analisis Prediksi Indeks Harga Konsumen Berdasarkan Kelompok Kesehatan Dengan Menggunakan Metode Backpropagation. *Jurnal & Penelitian Teknik Informatika Sinkron*, II (2), 37-43.
- Wati, S. E., Sebayang, D., & Sitepu, R. (2013). Perbandingan Metode Fuzzy dengan Regresi Linier Berganda dalam Peramalan Jumlah Produksi (Studi Kasus: Produksi Kelapa Sawit di PT. Perkebunan III (Persero) Medan Tahun 2011-2012). *Saintia Matematika*, I (3), 273-284.

Widaningsih, S. (2017). Analisis Perbandingan Metode Fuzzy Tsukamoto, Mamdani dan Sugeno dalam Pengambilan Keputusan Penentuan Jumlah Distribusi Raskin di Bulog Sub. Divisi Regional (Divre) Cianjur. *Infoman's*, XI (1), 51-65.