

Prediksi Harga Bawang Merah menggunakan Algoritma Fuzzy Inference System (FIS)

Nur Rofiq*, Agus Salim

Fakultas Ilmu Komputer, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Indonesia

Email: ¹*dosen00376@unpam.ac.id, ²salim180897@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: dosen00376@unpam.ac.id

Abstrak—Konsumsi bawang merah di Indonesia masih tergolong besar. Hal ini berpengaruh terhadap pergerakan harga, produksi hingga kebutuhan pasar. Terkait dengan adanya perubahan jumlah produksi dengan kebutuhan konsumsi masyarakat berpengaruh terhadap variasi harga disetiap periodenya. Keadaan harga bawang merah di pasar yang mengalami perubahan dapat berpengaruh terhadap kerugian atau keuntungan bagi pengusaha bawang merah. Hal ini menimbulkan permasalahan dalam penjualan bawang merah yang sulit diprediksi. Untuk memperkecil kerugian maka diperlukan sistem atau teknologi yang dapat membantu memprediksi harga bawang merah. Sebagai gambaran para pengusaha bawang merah, sistem prediksi harga bawang merah dapat dilakukan dengan menggunakan metode perhitungan “Algoritma Fuzzy Inference System (FIS) metode Sugeno”. Penggunaan algoritma ini tidak membutuhkan asumsi independen, homoskedastisitas, dan residual berdistribusi normal yang sering tidak dijumpai pada data sehingga metode ini dinilai sesuai untuk meramalkan data yang mempunyai nilai ekstrem. Harga bawang merah dipengaruhi dua variabel yaitu besarnya jumlah kebutuhan dengan jumlah permintaan pasar. Hasil pengujian yang menunjukkan nilai Mean Square Error (MSE) sebesar 137.671697. Maka nilai Root Mean Square Error (RMSE) hasil kuadrat dari nilai Mean Square Error (MSE) yaitu : 1.0541 Nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) yang memiliki tingkat error (kesalahan) sebesar 40 %.

Kata Kunci: Harga Bawang; FIS; Metode Sugeno; RMSE; MAPE

Abstract—Consumption of shallots in Indonesia is still relatively large. This affects price movements, production to market needs. Associated with changes in the amount of production with public consumption needs affect the price variations in each period. Shallot price conditions in the market that experience changes can affect losses or profits for shallot entrepreneurs. This creates problems in the sale of bawal because the price of onions is difficult to predict. To minimize losses, a system or technology is needed that can help predict shallot prices. As an illustration of the shallot entrepreneurs, shallot price prediction system can be done using the calculation method "Algorithm Fuzzy Inference System (FIS) Sugeno method". The use of this algorithm does not require independent assumptions, homoscedasticity, and normally distributed residuals which are often not found in the data so that this method is considered suitable for predicting data that has extreme values. The price of shallots is influenced by two variables, namely the amount needed by the amount of market demand. The test results show a Mean Square Error (MSE) value of 137.671697. then the Root Mean Square Error (RMSE) value is the result of the square of the Mean Square Error (MSE) value, namely: 1.0541 The Mean Absolute Percentage Error (MAPE) value which has an error rate of 40%.

Keywords: Shallot Price; Fuzzy Inference System; Sugeno Method; RMSE; MAPE

1. PENDAHULUAN

Bawang Merah merupakan tanaman umbi-umbian yang menjadi kebutuhan pokok masyarakat Indonesia[1]. Jenis tanaman rempah ini mudah dikenali. Dari segi aroma, sangat spesifik dan dapat merangsang air mata karena kandungan minyak Anilin eterik yang dikandungnya. Sementara bagian batangnya berbentuk seperti cakram, dimana pada bagian cakram ini lah kecambah dan akar akan tumbuh. Bumbu rempah ini dibutuhkan untuk bumbu dapur. Meski sering dibutuhkan, orang tidak mau menanamnya di pekarangan. Dan bawang merah dapat tumbuh dengan mudah di dataran rendah maupun dataran tinggi.

Berdasarkan data Early Warning System (EWS) Ditjen Hortikultura Kementerian Pertanian, “produksi bawang merah nasional pada April 2022 sebanyak 157.121 ton dan pada Mei 153.513 ton. Meskipun terjadi penurunan produksi sebesar 11% pada April-Mei 2022, saldo kumulatif dari perhitungan produksi bulan lalu masih memenuhi permintaan nasional. Tahun lalu, produksi bawang merah nasional bahkan mencapai 2 juta ton, dan diharapkan selisihnya tahun ini tidak terlalu jauh. Sejak 2017 hingga saat ini, Indonesia belum mengimpor bawang merah segar/konsumsi. Peningkatan luas tanam pada April-Mei 2022 menandakan kembalinya produksi normal secara bertahap pada Juni- Juli 2022”...[2] Hal ini menunjukkan bahwa konsumsi bawang merah di Indonesia masih tergolong besar. Terkait dengan adanya perubahan jumlah produksi dengan kebutuhan konsumsi masyarakat berpengaruh terhadap variasi harga disetiap periodenya[3].

Harga bawang juga dipengaruhi oleh cuaca di Indonesia yang tidak menentu[4]. Hal tersebut menyebabkan ketersediaan bawang merah di pasar langka dan harga yang cukup tinggi dari biasanya. Kelangkaan bawang merah disebabkan oleh cuaca, harga bibit tanaman, inflasi, dan hasil tanaman. Untuk itu, dilakukan prediksi harga bawang merah untuk bulan berikutnya untuk mengantisipasi harga yang melonjak sangat tinggi.[4], [5]

Melihat keadaan harga bawang merah di pasar yang mengalami perubahan maka diperlukan sistem atau teknologi yang dapat membantu memprediksi harga bawang merah[6]. Sebagai gambaran para pengusaha bawang merah. Prediksi harga bawang merah dipengaruhi dua variabel yaitu besarnya jumlah produksi dengan jumlah kebutuhan pasar. Perbedaan dua variabel ini bisa menjadi sudut pandang para pengusaha dalam menggiatkan usahanya di komoditas bawang merah. Dalam bidang teknologi, sistem prediksi harga bawang merah dapat dilakukan dengan menggunakan metode perhitungan “Algoritma Fuzzy Inference System (FIS)[7]

Metode Fuzzy Inference System (FIS)[5], [8] pernah digunakan dalam memprediksi harga bawang merah oleh Noviani dkk. Dalam penelitian ini instrumen yang digunakan yaitu data rata – rata curah hujan perbulan yang didapat dari dataonline.bmkg.go.id, data inflasi yang didapat dari bi.go.id, harga bibit tanaman, hasil bawang merah dan harga bawang merah pada tahun 2018 dari bulan Mei - September berupa data kuantitatif Variabel input pada penelitian ini adalah data rata – rata curah hujan perbulan, harga bibit bawang merah, tingkat inflasi dan hasil panen dari bawang merah. Untuk variabel output atau targetnya adalah harga bawang merah. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa hasil prediksi dengan harga bawang merah yang dihasilkan tidak berbeda jauh. Perbedaan antara hasil prediksi dan harga asli bawang merah sebesar 335, 142, 994, 1.196, dan 1.406[4].

Dalam penelitian dipit dkk [9]melakukan berbagai macam percobaan pada data yang diadakan dalam penelitian ini, atau lebih tepatnya penerapan empat kondisi pada data, diperoleh hasil akurasi tertinggi dengan nilai 91,67%. Variabel yang paling berpengaruh terhadap panen adalah faktor cuaca atau curah hujan, namun untuk faktor harga pada suatu waktu atau pada kondisi dimana faktor produksi yang besar tidak menjamin harga akan lebih murah atau stabil. Penelitian lainnya dalam menentukan prediksi harga adalah peramalan tradisional yang sering digunakan adalah Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)[10]. Kelemahan pada metode ini yakni asumsi stasioneritas dan kesulitan dalam penentuan orde (p,d,q)[11]. Tetapi seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan, terdapat salah satu metode bagian dari sistem pakar yaitu Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) yang merupakan gabungan antara Artificial Neural Network (ANN) dan Fuzzy Inference System (FIS) [12]Penggunaan metode ANFIS tidak membutuhkan asumsi independen, homoskedastisitas, dan residual berdistribusi normal yang sering tidak dijumpai pada data sehingga metode ini dinilai sesuai untuk meramalkan data yang mempunyai nilai ekstrem[11].

Sistem fuzzy yang dihasilkan dikenal dengan sistem inferensi fuzzy (fuzzy inference system / FIS). FIS telah berhasil diaplikasikan diberbagai bidang, seperti kesehatan[13][14], mesin[15], [16], analisis keputusan[17], analisis data[18] dan sebagainya. Kemampuan FIS yang fleksibel diterapkan diberbagai bidang, maka FIS kini banyak digunakan oleh para peneliti. FIS yang digunakan ada tiga metode, yaitu Mamdani, Sugeno dan Tsukamoto, namun yang banyak digunakan adalah Mamdan[17]i. Ketiga metode tersebut hanya berbeda dalam penentuan keluaran FIS. Oleh karena itu, metode Fuzzi Inference System (FIS) metode Sugeno ini diharapkan dapat memberikan hasil performansi berdasarkan nilai keluaran dengan ketepatan tinggi dan nilai error yang kecil dalam memprediksi harga bawang merah.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif dengan metode eksperimen. Metode kuantitatif adalah metode yang lebih fokus menekankan pada pengukuran secara objektif terhadap fenomena yang adaerror. Pada penelitian ini fenomena yang dimaksud adalah pengukuran, dari fenomena tersebut kemudian dijabarkan kedalam beberapa komponen masalah, variabel atau parameter. Setiap parameter yang ditentukan diukur dengan memberikan simbol-simbol atau angka yang berbeda. Dengan menggunakan simbol tersebut, teknik perhitungan secara kuantitatif matematika dilakukan sehingga dapat menghasilkan suatu kesimpulan yang umum pada suatu parameter. Hasil akhir penelitian ini adalah berupa nilai error prediksi dan hasil prediksi harga bawang merah[19], [20]. Berikut adalah skema penelitian kuantitatif yang digunakan . Alur dari penelitian ini dijabarkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 1. Alur Metode penelitian

Keterangan dari masing-masing tahapan alir penelitian diatas adalah sebagai berikut :

1. Rumusan Masalah

Rumusan masalah merupakan tahapan awal yang dilakukan ketika melakukan penelitian supaya dapat diketahui permasalahan yang ada pada penelitian yang sedang dilakukan.

2. Pengumpulan Data
Tahapan Selanjutnya adalah pengumpulan data. Teknik pengumpulan data yang akan digunakan adalah sebagai berikut:
 - A. Studi Literatur
Studi ini dilakukan dengan cara mempelajari dan meneliti berbagai literatur-literatur dari perpustakaan yang bersumber dari buku-buku dan jurnal yang terkait dengan penelitian yang dilakukan
 - B. Pengamatan
Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data harga bawang merah berdasarkan kualitas per bulan dari BPS pada tahun 2022 dari bulan Januari – September 2022
3. Analisis
Analisis yang dilakukan pada tahapan penelitian ini merupakan pengambilan hipotesa awal mengenai penelitian yang dilakukan. Pada pembangunan sistem prediksi harga bawang merah ini. Analisa data yang digunakan adalah nilai produksi sebagai variabel input pertama dan nilai kebutuhan sebagai variabel input kedua. Hasil yang akan dicapai adalah output harga bawang merah.
4. Implementasi Algoritma Fuzzy Inference System
Dalam penelitian ini metode pengabungan yang digunakan adalah metode Sugeno Dengan menggunakan Software MATLAB toolbox FIS. Sebelum merancang ghrapichal user interface yang pertama dilakukan adalah menyusun fuzzy inference system dengan metode sugeno. Dimana akan menentukan nilai variabel sebagai parameter fungsi keanggotaan dan melakukan penyusunan rule base sebagai proses inference system.
5. Pengujian
Melakukan pegujian data yang sudah dikumpulkan sebagai data uji. Dalam pengujian ini tujuan yang di harapkan adalah mendapat besarnya performance akurasi dari hasil prediksi. Untuk mencapai nilai prediksi yang diharapkan dalam pengujian ini menggunakan 2 metode yaitu Root Mean Square Error (RMSE) dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE).
6. Kesimpulan
Pada pengujian Implemntasi Algoritma Fuzzy Inernece System untuk memprediksi harga bawang merah ini mendapat kan kesimpulan berupa besarnya tingkat akurasi pada sistem prediksi menggunakan metode Sugeno.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penerapan Metode Sugeno

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode Sugeno. Berikut langkah-langkah metode Sugeno:

1. Pembentukan Himpunan fuzzy
Pada langkah pertama ini, data pada tabel 1 dikelompokkan menjadi 2 (dua) variabel input dan 1 (satu) variabel output. Variabel input produksi dibagi menjadi masing-masing tiga himpunan fuzzy yaitu sedikit, sedang dan banyak. Variabel input kebutuhan juga dibagi menjadi 3 (tiga) himpunan fuzzy yaitu sedikit, sedang dan banyak. Untuk variabel output (target) Harga bawang merah dibagi menjadi tiga himpunan fuzzy yaitu turun, sedang dan naik. Untuk lebih detailnya bisa melihat pada tabel 1 himpunan fuzzy :

Tabel 1. Himpunan fuzzy

Variabel Input				Variabel Output	
Produksi	Nilai(ton)	Kebutuhan	Nilai(ton)	Harga	Nilai(Rp)
sedikit	≤ 93	sedikit	≤ 82	turun	≤ 31000
sedang	93-135	sedang	82-96	sedang	31000-53000
banyak	≥ 135	banyak	≥ 96	naik	≥ 53000

Hasil dari tabel 1. digunakan untuk memudahkan dalam menyusun Fungsi keanggotaan (Member Of Function). Dalam metode Sugeno fungsi keanggotaan dapat direpresentasikan dengan kurva. Pada tahap ini kurva yang diterapkan adalah kurva Triangular. Berikut langkah-langkah penerapan kurva Triangular :

- 1) Variabel Input Produksi (x1)



Gambar 2. Kurva himpunan fuzzy Variabel Input Produksi (x1)

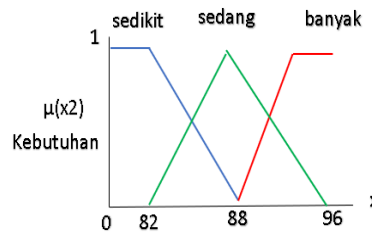
Dari gambar 2. terdapat 3 variabel linguistik yaitu sedikit, sedang dan banyak. Berikut rumus perhitungan dari variabel linguistik sedikit (1), sedang (2) dan banyak (3).

$$\mu\text{-sedikit}(x_1) = \begin{cases} 0, & x_1 \leq 107 \\ \frac{107-x_1}{107-93}, & 93 \leq x_1 \leq 107 \\ 1, & x_1 \geq 107 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu\text{-sedang}(x_1) = \begin{cases} 0, & x_1 \leq 93 \text{ atau } x_1 \geq 135 \\ \frac{x_1-93}{107-93}, & 93 \leq x_1 \leq 107 \\ \frac{135-x_1}{135-107}, & 107 \leq x_1 \leq 135 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu\text{-banyak}(x_1) = \begin{cases} 0, & x_1 \leq 135 \\ \frac{x_1-107}{135-107}, & 107 \leq x_1 \leq 135 \\ 1, & x_1 \geq 135 \end{cases} \quad (3)$$

2) Variabel Input Kebutuhan (x2)



Gambar 3. Kurva himpunan fuzzy Variabel Input Kebutuhan (x2)

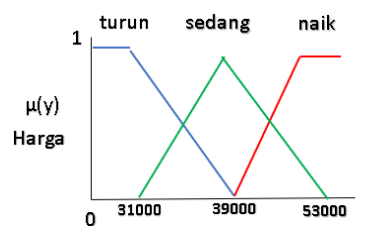
Dari gambar 3. terdapat 3 variabel linguistik yaitu sedikit, sedang dan banyak. Berikut rumus perhitungan dari variabel linguistik sedikit (4), sedang (5) dan banyak (6).

$$\mu\text{-sedikit}(x_2) = \begin{cases} 0, & x_2 \leq 88 \\ \frac{88-x_2}{88-82}, & 82 \leq x_2 \leq 88 \\ 1, & x_2 \geq 88 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu\text{-sedang}(x_2) = \begin{cases} 0, & x_2 \leq 82 \text{ atau } x_2 \geq 96 \\ \frac{x_2-82}{88-82}, & 82 \leq x_2 \leq 88 \\ \frac{96-x_2}{96-88}, & 88 \leq x_2 \leq 96 \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu\text{-banyak}(x_2) = \begin{cases} 0, & x_2 \leq 88 \\ \frac{x_2-88}{96-88}, & 88 \leq x_2 \leq 96 \\ 1, & x_2 \geq 96 \end{cases} \quad (6)$$

3) Variabel Output Harga (y)



Gambar 4. Kurva himpunan fuzzy Variabel Input Harga (y)

Dari gambar 4. terdapat 3 variabel linguistik yaitu turun, sedang dan naik. Berikut rumus perhitungan dari variabel linguistik turun (7), sedang (8) dan naik (9).

$$\mu\text{-turun}(y) = \begin{cases} 0, & y \leq 39000 \\ \frac{39000-y}{39000-31000}, & 31000 \leq y \leq 39000 \\ 1, & y \geq 31000 \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu\text{-sedang}(y) = \begin{cases} 0, & y \leq 31000 \text{ atau } y \geq 53000 \\ \frac{y-31000}{39000-31000}, & 31000 \leq y \leq 39000 \\ \frac{53000-y}{53000-39000}, & 39000 \leq y \leq 53000 \end{cases} \quad (8)$$

$$\mu - naik(y) \begin{cases} 0, & x_2 \leq 39000 \\ \frac{y-39000}{53000-39000}, & 39000 \leq x_2 \leq 53000 \\ 1, & y \geq 53000 \end{cases} \quad (9)$$

3.2 Implementasi Dan Pembahasan

3.2.1 Data Uji bulan Januari

Pada bulan Januari variabel produksi adalah 109 ton dan variabel kebutuhan 89 ton. Berapa prediksi harga bawang merah ?

Gambar 5. Hasil Pengujian Data Bulan Januari

Gambar 5. diatas menunjukkan jika variabel input produksi 109 ton dan variabel input kebutuhan 89 ton maka prediksi harga sebesar Rp 44.270. Angka dibelakang koma(“,”) hanya dua angka yang di tulis karna sesuai parameters pada fungsi keanggotaan di kurva variabel harga. Sesua dengan paremeters pada kurva variabel harga jika dalam penulisan parameter 310 sama dengan 31000. Sehingga output harga 443 artinya sama dengan 44300.

3.2.2 Data Uji Bulan Februari

Pada bulan Februari variabel produksi adalah 125 ton dan variabel kebutuhan 82 ton. Berapa prediksi harga bawang merah ?

Gambar 6. Hasil Pengujian Data Bulan Februari

Gambar 6. diatas menunjukkan jika variabel input produksi 125 ton dan variabel input kebutuhan 82 ton maka prediksi harga sebesar Rp 31000.. Sesuai dengan paremeters pada kurva variabel harga jika dalam penulisan parameter 310 sama dengan 31000. Sehingga output harga 310 artinya sama dengan 31000.

3.2.3 Data Uji Bulan Maret

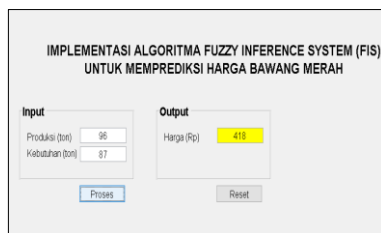
Pada bulan Maret variabel produksi adalah 102 ton dan variabel kebutuhan 88 ton. Berapa prediksi harga bawang merah ?

Gambar 7. Hasil Pengujian Data Bulan Maret

Gambar 7 diatas menunjukkan jika variabel input Produksi 102 ton dan variabel input kebutuhan 88 ton maka prediksi harga sebesar Rp 45.160. Angka dibelakang koma(“,”) hanya dua angka yang di tulis karna sesuai parameters pada fungsi keanggotaan di kurva variabel harga. Sesua dengan paremeters pada kurva variabel harga jika dalam penulisan parameter 310 artinya sama dengan 31000. Sehingga output harga 451.6 artinya sama dengan 45160.

3.2.4 Data Uji Bulan April

Pada bulan April variabel produksi adalah 96 ton dan variabel kebutuhan 87 ton. Berapa prediksi harga bawang merah ?

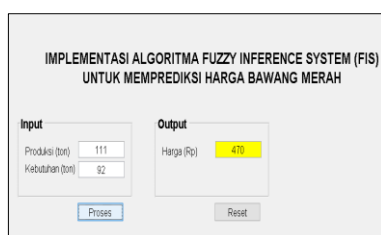


Gambar 8. Hasil Pengujian Data Bulan April

Gambar 8. diatas menunjukkan jika variabel input produksi 96 ton dan variabel input kebutuhan 87 ton maka prediksi harga sebesar Rp 41800. Sesua dengan paremeters pada kurva variabel harga jika dalam penulisan parameter 310 sama dengan 31000. Sehingga output harga 418 artinya sama dengan 41800.

3.2.5 Data Uji Bulan Mei

Pada bulan Mei variabel produksi adalah 111 ton dan variabel kebutuhan 92 ton. Berapa prediksi harga bawang merah ?

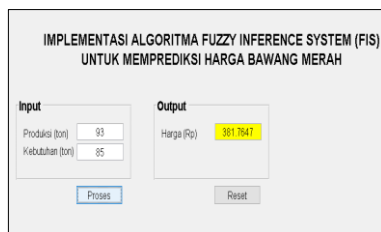


Gambar 9. Hasil Pengujian Data Bulan Mei

Gambar 9. diatas menunjukkan jika variabel input produksi 111 ton dan variabel input kebutuhan 92 ton maka prediksi harga sebesar Rp 47000. Sesua dengan paremeters pada kurva variabel harga jika dalam penulisan parameter 310 sama dengan 31000. Sehingga output harga 470 artinya sama dengan 47000.

3.2.6 Data Uji Bulan Juni

Pada bulan Januari variabel produksi adalah 93 ton dan variabel kebutuhan 85 ton. Berapa prediksi harga bawang merah ?

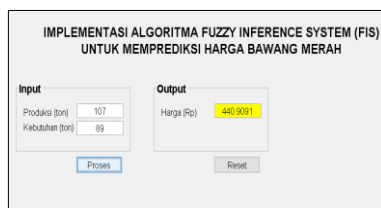


Gambar 10. Hasil Pengujian Data Bulan Juni

Gambar 10. diatas menunjukkan jika variabel input produksi 93 ton dan variabel input kebutuhan 85 ton maka prediksi harga sebesar Rp 38176. Angka dibelakang koma(“,”) hanya dua angka yang di tulis karna sesuai parameters pada fungsi keanggotaan di kurva variabel harga Sesua dengan paremeters pada kurva variabel harga jika dalam penulisan parameter 310 sama dengan 31000. Sehingga output harga 381 artinya sama dengan 38176.

3.2.7 Data Uji Bulan Juli

Pada bulan Juli variabel produksi adalah 107 ton dan variabel kebutuhan 89 ton. Berapa prediksi harga bawang merah ?



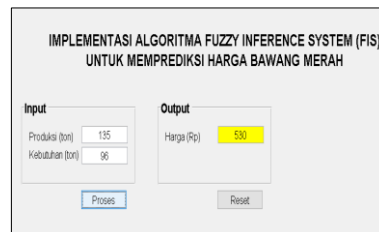
Gambar 11. Hasil Pengujian Data Bulan Juli

Gambar 11. diatas menunjukkan jika variabel input produksi 107 ton dan variabel input kebutuhan 89 ton maka prediksi harga sebesar Rp 44090. Angka dibelakang koma(“,”) hanya dua angka yang di tulis karna sesuai parameters

pada fungsi keanggotaan di kurva variabel harga. Sesuai dengan parameters pada kurva variabel harga jika dalam penulisan parameter 310 artinya sama dengan 31000. Sehingga output harga 440 artinya sama dengan 44090.

3.2.8 Data Uji Bulan Agustus

Pada bulan Agustus variabel produksi adalah 135 ton dan variabel kebutuhan 96 ton. Berapa prediksi harga bawang merah ?

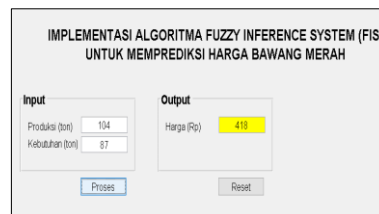


Gambar 12. Hasil Pengujian Data Bulan Agustus

Gambar 12. diatas menunjukkan jika variabel input produksi 135 ton dan variabel input kebutuhan 95 ton maka prediksi harga sebesar Rp 53000. Sesuai dengan parameters pada kurva variabel harga jika dalam penulisan parameter 310 sama dengan 31000. Sehingga output harga 530 artinya sama dengan 53000.

3.2.9 Data Uji Bulan September

Pada bulan September variabel produksi adalah 104 ton dan variabel kebutuhan 87 ton. Berapa prediksi harga bawang merah ?



Gambar 13. Hasil Pengujian Data Bulan September

Gambar 13. diatas menunjukkan jika variabel input produksi 104 ton dan variabel input kebutuhan 87 ton maka prediksi harga sebesar Rp 41800. Sesuai dengan parameters pada kurva variabel harga jika dalam penulisan parameter 310 sama dengan 31000. Sehingga output harga 418 artinya sama dengan 41800.

3.3 Mengukur Akurasi metode sugeno

Setelah melakukan pengujian terhadap data fluktuasi harga bawang dengan menggunakan sistem prediksi fuzzy inferens system sugeno. Maka hasil prediksi di bandingkan dengan data aktual. Berikut tabel hasil prediksi

Tabel 2. Hasil Prediksi Harga Bawang Merah

No	Bulan	Produksi(Ton) (x1)	Kebutuhan(Ton) (x2)	Harga (kg) (y)	Prediksi (y')
1	Januari	109	89	37000	44270
2	Februari	125	82	39000	31000
3	Maret	102	88	38000	45160
4	April	96	87	43000	41800
5	Mei	111	92	51000	47000
6	Juni	93	85	53000	38176
7	Juli	107	89	38000	44090
8	Agustus	135	96	32000	53000
9	September	104	87	31000	41800

3.3.1 Menghitung nilai Root Mean Squer Error (RMSE)

1) Menentukan nilai Mean Square Error (MSE)

Rumus Mean Square Error (MSE) sebagai berikut :

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (y - y')^2}{n} \tag{10}$$

Sebelum menentukan nilai Mean Square Error (MSE) langkah yang harus dilakukan adalah melakukan pengurangan harga aktual (y) – prediksi harga (y') dapat dilihat pada tabel 3. :

Tabel 3. Nilai Error Kuadrat

Harga (kg) (y)	Prediksi harga (y')	Error (y-y')	Error Kuadrat (y - y') ²
37000	44270	-7270	52852900
39000	31000	8000	64000000
38000	45160	-7160	51265600
43000	41800	1200	1440000
51000	47000	4000	16000000
53000	38176	14824	219750976
38000	44090	-6090	37088100
32000	53000	-21000	441000000
31000	41800	-10800	116640000

Dari hasil diatas maka nilai Mean Square Error (MSE):

$$MSE = \frac{(-7270)^2+(8000)^2+(-7160)^2+(1200)^2+(4000)^2+(14824)^2+(-6090)^2+(-21000)^2+(-10800)^2}{9} = \frac{1,000,037,576}{9} = 111,115,286$$

2) Menentukan Nilai Root Mean Square Error (RMSE)

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y-y')^2}{n}} \tag{11}$$

Maka nilai Root Mean Square Error sebagai berikut

$$RMSE = \sqrt{\frac{(-7270)^2+(8000)^2+(-7160)^2+(1200)^2+(4000)^2+(14824)^2+(-6090)^2+(-21000)^2+(-10800)^2}{9}} = \sqrt{\frac{1,000,037,576}{9}} = 1.0540$$

3.3.2 Menghitung Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

1) Menentukan selisih nilai Error

Sebelum menentukan nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) langkah yang harus dilakukan adalah melakukan pengurangan harga aktual (y) – prediksi harga (y') dapat dilihat pada tabel 4.:

Tabel 4. Nilai Mean Absolute Percentage Error

Harga (kg) (y)	Prediksi Harga	Error (y-y')	MAPE $\frac{(y - y')}{y} 100\%$
37000	44270	-7270	3699880
39000	31000	8000	3899921
38000	45160	-7160	3799881
43000	41800	1200	4299903
51000	47000	4000	5099908
53000	38176	14824	5299928
38000	44090	-6090	3799884
32000	53000	-21000	3199834
31000	41800	-10800	3099865

2) Melakukan pengudratan hasil pengurangan nilai Error

Lakukan pengudratan hasil selisih nilai error pada setiap data kemudian di jumlahkan semua hasil pengudratan setiapdata dan dibagi banyaknya data uji. Berikut rumus perhitunganya :

Rumus Mean Absolute Percentage Error (MAPE) :

$$MAPE = \frac{\sum \frac{(y-y')}{y} 100\%}{n} \tag{12}$$

$$= \frac{3699880+3899921+3799881+4299903+5099908+5299928+3799884+3199834+3099865}{9} = \frac{361,99004}{9} = 40,22112 = 40 \%$$

Kemudian untuk memperoleh performance tingkat kebenaran metode fuzzy Inference System Metode Sugeno yaitu : 100 % - 40 % = 60 %. Dengan tingkat kesalahan yang mencapai 40 % bisa disimpulkan Fuzzy Inference System metode Sugeno kategori wajar .

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis masalah, pengumpulan data, analisis metode hingga perancangan dan implementasi, dapat disimpulkan bahwa tabel Data Fluktuasi harga bawang merah dibagi menjadi 2 variabel input dan 1 variabel output. Data jumlah produksi bawang merah menjadi variabel input ke-1 sedangkan data jumlah kebutuhan bawang merah menjadi variabel input ke-2. Dan Data harga bawang merah menjadi variabel output. Variabel ke-1 memiliki 3 variabel linguistik yaitu sedikit, sedang, dan banyak. Sedangkan variabel input ke-2 memiliki 3 variabel linguistik yaitu sedikit, sedang dan banyak. Banyaknya aturan (Rules) dari hasil fuzzifikasi yaitu 9 Rules. Yang didapatkan dari pengkalian 3 variabel input produksi dengan Variabel input kebutuhan. Dari hasil pengujian yang menunjukkan nilai Mean Square Error (MSE) sebesar 137.671697. maka nilai Root Mean Square Error (RMSE) hasil kuadrat dari nilai Mean Square Error (MSE) yaitu : 1.0541 atau 1.05. Nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) yang memiliki tingkat error (kesalahan) sebesar 40 %. maka performance kebenarannya hanya mencapai 60 %. Menurut Lewis C.D (1982) Hasil perhitungan ini bisa disimpulkan jika metode Sugeno masih kategori wajar dalam tingkat akurasi prediksi.

REFERENCES

- [1] Putri Hayati Rahmi, "Analisis Trend dan Estimasi Harga Bawang Merah di Kabupaten Banyumas Periode Januari 2008-Desember 2017.," Univ. Muhammadiyah Purwokerto, vol. 11, no. 1, pp. 65–69, 2017.
- [2] Menteri Pertanian, "Program Kementerian Pertanian TA 2022," pp. 1–7, 2022.
- [3] S. Nasional, F. Pertanian, and U. Jambi, "tahun 2018," pp. 591–604, 2018.
- [4] N. Hendiyani and A. W. Sugiyarto, "Prediksi Harga Bawang Merah Rata-Rata Perbulan Menggunakan Logika Fuzzy Metode Tsukamoto," Semin. Mat. dan Pendidik. Mat., pp. 1–7, 2019.
- [5] N. M. Sunariadi, P. K. Intan, D. C. R. Novitasari, and Y. Hariningsih, "Prediksi Produksi Bawang Merah Di Kabupaten Nganjuk Dengan Metode Seasonal Arima (Sarima)," Transform. J. Pendidik. Mat. dan Mat., vol. 6, no. 1, pp. 49–60, 2022.
- [6] R. Ardiansyah, R. Jaya, and C. H. Rahmi, "Prediksi Pasokan Bawang Merah Mendukung Desain Pengembangan Agroindustri Di Provinsi Aceh," J. Teknol. Ind. Pertan., vol. 31, no. 1, pp. 46–52, 2021.
- [7] P. Rani and A. Raj, "Fermatean fuzzy Einstein aggregation operators-based MULTIMOORA method for electric vehicle charging station selection," Expert Syst. Appl., vol. 182, no. May, p. 115267, 2021.
- [8] A. Astrilyana and N. Afni, "Penerapan Metode Fuzzy Inference System (Fis) Dalam Membuat Model Penilaian Pemahaman Mata Pelajaran Pemrograman Web," None, vol. 13, no. 2, pp. 281–288, 2017.
- [9] D. Virdaus and P. T. Prasetyaningrum, "Penerapan Data Mining Untuk Memprediksi Harga Bawang Merah Di Yogyakarta Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor," J. ..., no. 84, pp. 1–8, 2020.
- [10] H. Afridar, ... G. G.-I. J. of, and undefined 2022, "Penerapan Metode ARIMA untuk Prediksi Harga Komoditi Bawang Merah di Kota Tegal," Journal.Peradaban.Ac.Id, vol. 3, no. 2, pp. 18–29, 2023.
- [11] R. Faulina and Suhartono, "Hybrid ARIMA-ANFIS for Rainfall Prediction in Indonesia," Int. J. Sci. Res., vol. 2, no. 2, pp. 159–162, 2013.
- [12] J.-S. Roger Jang, "01_NeuroFuzzyApproach.pdf," p. 614, 2000.
- [13] R. Adha, N. Nurhaliza, U. Sholeha, and M. Mustakim, "Perbandingan Algoritma DBSCAN dan K-Means Clustering untuk Pengelompokan Kasus Covid-19 di Dunia," SITEKIN J. Sains, Teknol. dan Ind., vol. 18, no. 2, pp. 206–211, 2021.
- [14] G. Andriani, L. Mahfiroh, D. C. R. Novitasari, N. Ulinuha, and Y. Farida, "Aplikasi Fuzzy Inference System Dengan Metode Mamdani Untuk Menentukan Status Gizi Balita Di Kota Surabaya," J. Unirow, vol. 01, no. 01, pp. 1–6, 2019.
- [15] S. Purnama, K. Firdausy, and A. Yudhana, "Sistem Pakar Pendeteksi Kerusakan Mesin Motor Menggunakan Borland Delphi 7," TELKOMNIKA (Telecommunication Comput. Electron. Control., vol. 5, no. 1, p. 33, 2007.
- [16] S. Wasista, B. S. B. D, and S. A. Putra, "Sistem Pengenalan Wajah Pada Mesin Absensi Mahasiswa Menggunakan Metode PCA Dan DTW," 13th Ind. Electron. Semin. 2011 (IES 2011), vol. 2011, no. Ies, pp. 224–229, 2011.
- [17] D. Vinsensia and Y. Utami, "Penerapan Fuzzy Inference System (FIS) Metode Mamdani dalam Pemilihan Jurusan Perguruan Tinggi," Publ. J. Penelit. Tek. Inform., vol. 2, no. 2, pp. 28–36, 2018.
- [18] K. Harefa, "Penerapan Fuzzy Inference System untuk Menentukan Jumlah Pembelian Produk Berdasarkan Data Persediaan dan Penjualan," J. Inform. Univ. Pamulang, vol. 2, no. 4, p. 205, 2017.
- [19] A. Hendrani, N. U. Hasibuan, and D. Septyanto, "The effect of the roa, audit committee, and the company size on tax avoidance (metal and the like) listed on indonesia stock exchange (idx) period 2014 - 2018," Pros. ICSMR, vol. 1, no. 1 SE-Articles, pp. 85–101, 2020.
- [20] R. P. Trevino, T. J. Lamkin, R. Smith, S. A. Kawamoto, and H. Liu, "Maximum Distance Minimum Error (MDME): A Non-Parametric Approach to Feature Selection for Image-based High Content Screening Data," no. September, 2017.