

PENERAPAN METODE CLUSTERING UNTUK PREDIKSI PRODUKSI BAWANG MERAH (ENSEMBLE K-NEAREST NEIGHBORS)

Moh. Khoiru Alfin¹, Aang Alim Murtopo², Nurul Fadilah³

^{1,2,3}Program Studi Sistem Informasi, STMIK YMI Tegal

E-mail : mohalfin409@gmail.com, aang.alim@gmail.com, nurulfadilah18@gmail.com

Jl. Pendidikan No.1, Pesurungan Lor, Kec. Margadana, Kota Tegal, Jawa Tengah 52122

Kata Kunci:

Ensemble, K-Nearest Neighbor, Learning

Abstrak

Analisis data deret waktu atau yang dikenal data time series memerlukan beberapa asumsi berdasarkan variasi skala dan kesamaan parameter (homogenitas). Dalam banyak kasus, jarang ditemukan data deret waktu yang memenuhi asumsi ini. Hal ini dikarenakan hubungan non-linier yang kompleks antara fitur multidimensi dari data deret waktu. Metode ANN merupakan salah satu algoritma machine learning (LM) dan dianggap sebagai metode yang sederhana untuk diterapkan pada analisis data dengan banyak variabel dimensi. Metode ini dapat digunakan jika asumsi klasik tidak terpenuhi. Penelitian ini bertujuan untuk mengkonfirmasi performa ansambel KNN dan KNN. Metode ini sederhana, tetapi memiliki kelebihan dibandingkan metode lain. Misalnya, Anda dapat menggeneralisasi dari kumpulan data yang relatif kecil. Dalam metode ini, sangat penting untuk memilih jumlah k-nearest neighbor. Metode ensemble bersifat prediktif dan merupakan metode yang efisien digunakan oleh metode JST, sehingga tidak perlu mencari k bilangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prediksi MAPE, MAE, dan RMSE kecil ketika jumlah k-nearest tetangga besar. Secara keseluruhan, metode ensemble KNN mengungguli metode ANN.

Abstract:

Ensemble, K-Nearest Neighbor, Learning

Analysis of time series data requires some assumptions based on the variance of steady-state scale and parameter similarity (homogeneity). In many cases, it is rare to find time series data that meets these assumptions. This is due to the complex non-linear relationships between the multidimensional features of time series data. The ANN method is one of the machine learning (LM) algorithms and is considered a simple method to apply to data analysis with many dimensional variables. This method can be used if the classical assumptions are not met. This study aims to confirm the performance of KNN and KNN ensembles. This method is simple, but it has advantages over other methods. For example, you can generalize from a relatively small dataset. In this method, it is very important to choose the number of k-nearest neighbors. The ensemble method is predictive and is an efficient method used by the ANN method, so there is no need to search for k numbers. The results show that the MAPE, MAE, and RMSE predictions are small when the number of k-nearest neighbors is large. Overall, the KNN ensemble method outperforms the ANN method.

PENDAHULUAN

Bawang merah merupakan komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi dan peluang pasar yang besar sebagai bumbu untuk konsumsi rumah tangga, bahan baku industri serta untuk memenuhi kebutuhan ekspor [1]. Dalam beberapa tahun terakhir harga bawang merah dalam negeri meningkat akibat adanya kesenjangan antara produksi dengan permintaan dalam negeri selain itu juga

karena musim panen (tanam) bawang merah di Indonesia yang tidak menentu diakibatkan oleh gagal panen dan juga merebaknya wabah covid 19.

Metode KNN merupakan salah satu algoritma Machine Learning (LM) yang dianggap sebagai metode yang sederhana untuk diterapkan dalam analisis data dengan banyak variabel dimensi[2]. Meskipun metode ini sederhana tetapi memiliki keunggulan dibandingkan metode lainnya, yaitu dapat menggeneralisasi dari training set yang relatif kecil[3]. Pada awalnya KNN adalah metode untuk analisis klasifikasi, tetapi beberapa dekade terakhir digunakan untuk prediksi. Dalam pendekatan klasifikasi, kumpulan data dibagi menjadi kumpulan data pelatihan dan pengujian. Metode KNN menggunakan ukuran kemiripan untuk membandingkan data pengujian dengan data pelatihan. Ia memilih k data dari data pelatihan yang dekat dengan data pengujian untuk memprediksi variabel keluaran. Ini juga dianggap sebagai pembelajaran malas yang tidak membangun model atau fungsi, tetapi menghasilkan k record terdekat dari kumpulan data pelatihan yang memiliki kemiripan tertinggi dengan pengujian[4]. Pada prinsipnya teknik ensemble menggabungkan predictor dari banyak model menjadi satu prediksi akhir. Teknik ini tidak memilih model terbaik di antara banyak kandidat dan prediksi menggunakan model terbaik, tetapi menggabungkan predictor dari berbagai model dengan bobot tertentu. Ada dua jenis teknik ensemble yaitu teknik hybrid dan non-hybrid[6]. Teknik hybrid melibatkan berbagai pemodelan algoritma dan kemudian menggabungkan predictor dari masing-masing algoritma menjadi prediksi akhir. Sedangkan teknik non-hybrid menggunakan satu jenis algoritma, tetapi menggunakannya berkali-kali untuk menghasilkan banyak model yang berbeda, dan selanjutnya predictor dari model yang berbeda digabungkan menjadi satu predictor. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa teknik ensemble mampu memberikan hasil yang lebih akurat.

[7] mengatakan bahwa teknik ensemble menjadi salah satu teknik penting dalam meningkatkan kemampuan prediksi dari berbagai model standar. [1] Melakukan studi simulasi dan memperoleh hasil bahwa teknik ensemble mendeteksi kedua variabel yang saling mempengaruhi dan berinteraksi. [8] Menggunakan teknik ensemble untuk membangun model prediktif ketika data tidak dikondisikan seperti dalam kasus jumlah kelas yang tidak proporsional dalam data. [1] dan [7] juga menyatakan pada pemodelan klasifikasi pohon ensemble memberikan akurasi estimasi yang umumnya lebih tinggi dari satu pohon. Teknik ensemble dapat diterapkan dalam analisis deret waktu untuk menghasilkan prediksi yang akurat. [6] menggunakan informasi timbal balik untuk memilih input prediktif deret waktu di KNN.

Ketepatan prediksi sangat diperlukan untuk membantu pemerintah dalam menetapkan kebijakan penawaran dan permintaan bawang merah di setiap daerah sehingga volatilitas harga bawang merah dapat diminimalisir. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui performansi metode KNN tunggal dan ansambel, kemudian memprediksi harga bawang merah di Indonesia dengan metode terbaik.

LANDASAN TEORI

A. Teknik Ensemble

Teknik ensemble merupakan teknik yang akan digunakan untuk optimasi kinerja metode kNN dalam melakukan prediksi. Teknik ensemble menjadi salah satu teknik penting dalam meningkatkan kemampuan prediksi model standar. Teknik ini tidak memilih satu model terbaik dari sekian banyak kandidat model dan kemudian melakukan pendugaan dari model terbaik tersebut, namun menggabungkan hasil pendugaan dari berbagai model yang ada dengan bobot tertentu. Model ensemble ditentukan dengan dua cara, tahap pertama adalah memilih variabel keluaran anggota ensemble terbaik untuk mendapatkan prediksi akhir. Tahap kedua adalah menggabungkan variabel output dari anggota ensemble menggunakan beberapa kombinasi algoritma [10] Ensemble forecasting adalah teknik peramalan dasar yang menggabungkan beberapa variabel output dari metode peramalan. Teknik ensemble menjadi salah satu metode peramalan yang populer, khususnya pada prediksi iklim. Sebuah studi baru-baru ini menunjukkan bahwa kombinasi beberapa model dapat meningkatkan ketahanan dan keandalan [11]. Salah satu teknik ensemble yang digunakan untuk memprediksi adalah weighted mean (weighted averaging).

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n w_i y_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (1)$$

dimana y_i adalah prediktor i dan w_i adalah i bobot.

B. K-Nearest Neighbors

Metode KNN memiliki banyak keunggulan dibandingkan metode lainnya, antara lain kuat terhadap data training yang bising dan efektif pada data training yang berukuran kecil. Sedangkan kelemahan metode KNN adalah ketepatan dalam menentukan nilai parameter k (jumlah tetangga terdekat) harus hati-hati. Metode ini sangat sensitif terhadap variabel-variabel yang tidak relevan atau redundant karena semua variabel berkontribusi terhadap kesamaan dan klasifikasi [2]. KNN merupakan salah satu metode yang digunakan untuk memprediksi variabel keluaran dengan menggunakan pendekatan klasifikasi. Dalam pendekatan klasifikasi, kumpulan data dibagi menjadi data pelatihan dan data pengujian. KNN menggunakan ukuran kesamaan untuk membandingkan data pengujian yang diberikan dengan data pelatihan. Salah satu ukuran kemiripan yang digunakan adalah Euclidean distance antara data training (x_{train}) dan data testing (x_{test}), yang disajikan sebagai:

$$d(x_{train,i}, x_{test,i}) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{train,i} - x_{test,i})^2} \quad (2)$$

Dimana:

| | |
|------------------------------|----------------------|
| $d(x_{train,i}, x_{test,j})$ | : Jarak Euclidean |
| $x_{train,i}$ | : data training ke-i |
| $x_{test,j}$ | : data testing ke-j |
| n | : banyaknya data |
| i, j | : 1, 2, 3, ..., n |

KNN memilih k data latih yang mendekati data uji dalam memprediksi variabel keluaran. Nilai keluaran k data latih yang dipilih sebagai tetangga terdekat digunakan untuk memprediksi nilai keluaran dari data uji yang tidak diketahui. Regresi KNN menggunakan rumus berikut untuk memprediksi nilainya, yaitu:

$$\hat{y}_i = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k y_j, \quad (3)$$

di mana k adalah jumlah tetangga terdekat dari y_j . Rumus ini kurang efisien jika digunakan pada data time series, karena tidak mempertimbangkan korelasi antar observasi (waktu), sehingga rumusan umum yang digunakan untuk memprediksi data testing adalah:

$$\hat{y}_i = \sum_{j=1}^k w_j y_j, \quad (4)$$

dengan w_j dibobot untuk j tetangga ke- j . Pembobotan ini dapat disesuaikan berdasarkan data yang diamati, yaitu $w_j = j / n$, dengan $n =$ jumlah data latih. Selanjutnya model ini disebut sebagai model time series KNN.

METODE PENELITIAN

Langkah pertama dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif pada setiap variabel yang digunakan dalam analisis. Tahapan analisis data dalam penelitian ini dibagi menjadi tiga tahap, yaitu:

Tahap I: Menghitung prediksi harga bawang merah Januari-Desember 2022 dengan model single KNN. Pada tahap ini, prediksi model menggunakan berbagai jumlah tetangga terdekat (k). Langkah-langkahnya adalah:

1. Menentukan nilai k, dengan k terdiri dari 3, 4, 6, 9, 10, 12, 15 dan 24.
2. Standarisasi setiap variabel input. Hal ini bertujuan untuk menyamakan skala yang berbeda dari setiap variabel input.
3. Hitung jarak Euclidean antara pengamatan data latih dan uji berdasarkan variabel input menggunakan rumus persamaan (2).
4. Urutkan jarak Euclidean dari jarak terkecil hingga terbesar, kemudian pilih k data latih yang paling dekat dengan data uji, yaitu data latih yang memiliki jarak euclidean terkecil ke data uji.
5. Hitung nilai pembobotan untuk setiap data latih yang terpilih sebagai tetangga terdekat dengan rumus $w_l = j/n$ dengan $w_l =$ pembobotan KNN tunggal 1, $j =$ waktu urutan, dan $n =$ jumlah pelatihan. Nilai pembobotan digunakan untuk pembobotan variabel-variabel keluaran yang dipilih menjadi tetangga terdekat.
6. Menghitung prediksi variabel keluaran untuk model single KNN dengan menggabungkan variabel keluaran dari k tetangga terdekat yang dipilih menggunakan faktor koreksi tren variabel keluaran terhadap perubahan waktu, dengan rumus:

$$\hat{Y} = \sum_{l=1}^k w_l y_l + \hat{b}D$$

Dengan model regresi antara T ke Y (output variabel), sedangkan D = Rata-rata selisih antara nomor urut data pengujian dengan data latih yang dipilih menjadi k tetangga terdekat.

- Evaluasi hasil prediksi harga bawang merah berdasarkan nilai MAPE (Mean Absolute Percentage Error), MAE (Mean Absolute Error) dan RMSE (Root Mean Squared Error) dengan menggunakan rumus berikut:

$$MAPE = \frac{1}{m} \sum_{t=1}^m \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right| (100\%), MAE = \frac{1}{m} \sum_{t=1}^m |y_t - \hat{y}_t|, RMSE = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{t=1}^m (y_t - \hat{y}_t)^2},$$

dengan m adalah jumlah data pengujian yang diprediksi.

Tahap II: Menghitung harga Bawang Merah dengan model prediksi ansambel KNN. Analisis langkah demi langkah sebagai berikut:

- Hitung prediksi menggunakan model single KNN dengan jumlah tetangga terdekat (k) yaitu 3, 4, 6, 9, 10, 12, 15 dan 24. Nilai k yang digunakan untuk melihat bagaimana pengaruhnya terhadap hasil yang diprediksi.

- Gabungkan semua prediktor menggunakan $\mu = \frac{\sum_{h=1}^s w_h y_h}{\sum_{h=1}^s w_h}$, Dengan s adalah bilangan dari model single KNN, ensemble weighted (wh) yang merupakan korelasi antara data harga bawang merah

dengan prediksi h dari single KNN rh dengan menggunakan rumus

$$w_h = \frac{r_h}{\sum_{h=1}^s r_h}.$$

- Mengevaluasi hasil prediksi harga Bawang Merah terhadap data harga Bawang Merah aktual berdasarkan nilai MAPE, MAE dan RMSE.

Tahap III: Memprediksi harga bawang di Indonesia menggunakan model terbaik berdasarkan nilai MAPE, MAE dan RMSE.

HASIL dan PEMBAHASAN

Data harga Bawang Merah Indonesia periode Januari 2020 - Desember 2022 disajikan pada Gambar 1. Hal ini menunjukkan bahwa data harga Bawang Merah mengalami peningkatan yang signifikan dan memiliki pola trend yang positif. Hal ini menunjukkan bahwa data tersebut tidak stasioner yang dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu harga Bawang Merah Januari-September 2020 cenderung naik dari Rp 23.290 per kilogram menjadi Rp 23.450 per kilogram. Peningkatan ini karena adanya Pandemi Covid-19 di Indonesia yang ramai-ramainya dimulai pada awal tahun 2020 yang memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap harga Bawang Merah.

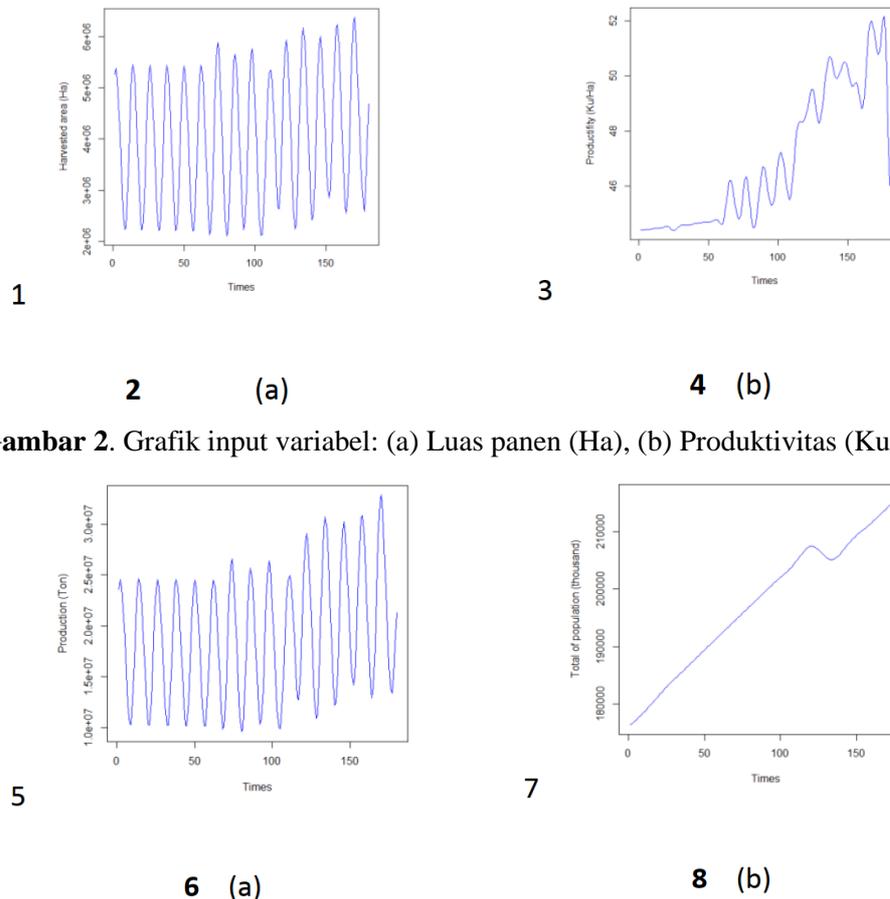


Gambar 1. Harga Bawang Merah di Indonesia Tahun 2020-2022

Gambar 2 merupakan grafik data luas panen, produktivitas, produksi dan jumlah penduduk. Variabel keempat adalah variabel input yang mempengaruhi harga bawang merah di Indonesia, sedangkan harga bawang merah adalah variabel output. Gambar 2 (a) adalah grafik luas panen bulanan, data tersebut merupakan hasil interpolasi data per sub round dari tahun 2020 sampai dengan tahun 2022.

Pola data pada gambar ini adalah pola musiman. Gambar 2 (b) merupakan grafik data produktivitas bulanan, data memiliki trend dan rata-rata tidak stasioner.

Gambar 3 (a) merupakan grafik data produksi bulanan, data tersebut memiliki pola musiman. Produksi Bawang Merah telah meningkat secara signifikan, tetapi produksi Bawang Merah berfluktuasi selama bertahun-tahun. Gambar 3 (b) merupakan grafik data jumlah penduduk bulanan, data mengalami peningkatan yang signifikan setiap tahunnya, hal ini terbukti adanya trend linier pada pola citra yang terlihat.



Gambar 2. Grafik input variabel: (a) Luas panen (Ha), (b) Produktivitas (Ku/Ha)

Gambar 3. Grafik input variabel: (a) Produksi (Ton), dan (b) Jumlah penduduk (ribuan)

Model KNN tunggal (single KNN) yang digunakan untuk memprediksi harga Bawang Merah tahun 2022 dibedakan berdasarkan nilai k-tetangga terdekat yaitu $k = 3, k = 4, k = 6, k = 9, k = 10, k = 12, k = 15$ dan $k = 24$. Metode Single KNN sangat sederhana dan efektif jika digunakan ketika ukuran data latih kecil dan dimensi data memiliki banyak variabel. Algoritma KNN mengandalkan prinsip bahwa objek yang serupa di ruang input juga serupa di ruang output [15]. Jadi metode ini bekerja berdasarkan kesamaan variabel inputnya. Metode KNN menggunakan ukuran kesamaan untuk membandingkan data pengujian yang diberikan dengan data pelatihan.

Gambar 4 menunjukkan grafik prediksi untuk model KNN tunggal dan ensemble. Prediksi harga Bawang Merah baik yang menggunakan model KNN tunggal maupun ensemble mengalami fluktuasi dan pola yang hampir sama dengan harga Bawang Merah aktual tahun 2012. Hal ini menunjukkan bahwa objek yang serupa di ruang input juga serupa di ruang output. Pada gambar terlihat bahwa harga Bawang Merah sebenarnya memiliki pola yang sangat fluktuatif, yaitu masih stabil pada bulan ke-1 hingga ke-3 serta prediksi, sedangkan harga Bawang Merah pada bulan ke-4 naik namun tidak terlalu signifikan. Harga Bawang Merah sebenarnya juga memiliki tren pada bulan ke-9-12 dan beberapa prediksi masih mengikuti pola tersebut.



Gambar 4. Prediksi harga bawang merah untuk model Single KNN dan ensemble

Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai MAPE, MAE, dan RMSE untuk prediksi model tunggal dan ensemble. Dalam metode KNN sangat penting untuk memilih nilai KNN dari k (angka nearest neighbors), karena hal ini dapat mempengaruhi hasil prediksi. Nilai k dapat menghasilkan variasi yang besar pada hasil prediksi, sedangkan nilai k dapat menghasilkan model bias yang besar. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1 bahwa nilai MAPE, MAE, dan RMSE hasil prediksi saat diuji nilai k lebih besar, tetapi jika nilai k yang diuji sangat besar atau mendekati ukuran data latih maka nilai tersebut memberikan hasil yang besar.

Tabel 1. Nilai MAPE, MAE dan RMSE Prediksi Harga Bawang Merah di Indonesia Menggunakan Data Pengujian

| KNN | MAPE | MAE | RMSE |
|----------|------|--------|--------|
| k=3 | 3.15 | 265.82 | 310.65 |
| k=4 | 2.68 | 225.30 | 283.57 |
| k=6 | 2.19 | 183.38 | 239.06 |
| k=9 | 1.61 | 134.84 | 172.19 |
| k=10 | 1.60 | 135.96 | 157.96 |
| k=12 | 1.49 | 125.84 | 155.58 |
| k=15 | 1.36 | 115.40 | 124.77 |
| k=24 | 1.51 | 128.70 | 145.67 |
| Ensemble | 1.46 | 123.10 | 152.75 |

Tabel 1 juga menunjukkan bahwa metode ensemble KNN menghasilkan nilai MAPE, MAE dan RMSE yang lebih kecil dari pada KNN tunggal walaupun pada kasus k = 15 nilai tersebut lebih kecil, namun hasilnya akan berbeda jika jumlah data latih digunakan secara berbeda. Hal ini dapat dibuktikan pada Tabel 2, data training Januari 2020 sampai Desember 2021 (data panjang 36) dan data pengujian Januari 2021 sampai Desember 2022 (data panjang 24) menunjukkan nilai k = 3 yang memberikan nilai lebih kecil dari nilai k. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa single KNN tidak memberikan hasil yang konsisten. Sebaliknya metode ensemble KNN menghasilkan prediksi yang lebih akurat dibandingkan metode KNN tunggal. Hal ini dikarenakan metode ensemble KNN menggunakan konsep bobot rata-rata.

Tabel 2. Nilai MAPE, MAE dan RMSE prediksi harga Bawang Merah di Indonesia menggunakan data pengujian

| KNN | MAPE | MAE | RMSE |
|-----|------|--------|--------|
| k=3 | 8.97 | 746.44 | 839.66 |

| | | | |
|----------|-------|---------|---------|
| k=4 | 9.64 | 801.77 | 864.06 |
| k=6 | 9.54 | 795.66 | 845.56 |
| k=9 | 10.30 | 859.51 | 893.83 |
| k=10 | 10.53 | 879.23 | 911.04 |
| k=12 | 11.28 | 940.35 | 965.61 |
| k=15 | 11.87 | 988.36 | 1007.96 |
| k=24 | 13.32 | 1108.81 | 1123.24 |
| Ensemble | 10.84 | 903.09 | 930.27 |

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil prediksi KNN menggunakan metode ensemble disajikan pada **Tabel 3**. Prediksi menggunakan metode ini menghasilkan nilai MAPE adalah 1,46. Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa prediksi harga bawang merah tidak berbeda jauh dengan harga bawang merah sebenarnya. Rentang prediksi harga Bawang Merah 2022 dari Rp 23.400 menjadi Rp 23.700 per kilogram. Kisaran ini mirip dengan harga Bawang Merah sebenarnya yaitu sekitar Rp 23.100 hingga Rp 23.800 per kilogram.

Tabel 3. Prediksi Harga Bawang Merah di Indonesia

| Tahun | Bulan | Harga Aktual | Prediksi Harga |
|-------|-----------|--------------|----------------|
| 2022 | Januari | 23198 | 23450 |
| 2022 | Februari | 23273 | 23544 |
| 2022 | Maret | 23239 | 23631 |
| 2022 | April | 23687 | 23600 |
| 2022 | Mei | 23669 | 23521 |
| 2022 | Juni | 23470 | 23561 |
| 2022 | Juli | 23619 | 23629 |
| 2022 | Agustus | 23626 | 23677 |
| 2022 | September | 23471 | 23734 |
| 2022 | Oktober | 23552 | 23672 |
| 2022 | November | 23619 | 23663 |
| 2022 | Desember | 23705 | 23678 |

REFERENSI

- [1] Chitra A and U. S, “An Ensemble Model of Multiple Classifiers for Time Series Prediction,” *Int. J. Comput. Theory Eng.*, vol. 2, no. 3, pp. 454–458, 2010, doi: <http://dx.doi.org/10.7763/ijcte.2010.v2.184>.
- [2] 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, [Online]. Available: <http://jisai.mercubuana-yogya.ac.id/index.php/jisai/article/view/15>.
- [3] C. M. Samsudin, “PENERAPAN ALGORITMA K-NEAREST NEIGHBOR UNTUK PREDIKSI HARGA CABAI RAWIT DI YOGYAKARTA,” *Konstr. Pemberitaan Stigma Anti-China pada Kasus Covid-19 di Kompas.com*, vol. 68, no. 1, pp. 1–12, 2020, [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ndteint.2014.07.001%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.ndteint.2017.12.003%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.matdes.2017.02.024>.
- [4] I. H. Diarsih, T. Tarno, and A. Rusgiyono, “Pemodelan Produksi Bawang Merah Di Jawa Tengah Dengan Menggunakan Hybrid Autoregressive Integrated Moving Average – Adaptive Neuro Fuzzy Inference System,” *J. Gaussian*, vol. 7, no. 3, pp. 281–292, 2018, doi: 10.14710/j.gauss.v7i3.26661.
- [5] J. S. Hariyono, R. Primaswara, and F. T. Industri, “Pertanian Bawang Merah Di Kabupaten

- Nganjuk Menggunakan Metode K-Means,” *J. Mhs. Tek. Inform. (JATI)*, vol. 5, no. 2, pp. 487–494, 2021.
- [6] D. Sinta, H. Wijayanto, and B. Sartono, “Ensemble K-Nearest neighbors method to predict rice price in Indonesia,” *Appl. Math. Sci.*, vol. 8, no. 157–160, pp. 7993–8005, 2014, doi: 10.12988/ams.2014.49721.
- [7] W. Widayani, K. Kusri, and H. Al Fatta, “Perancangan Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Impor Bawang Merah,” *Creat. Inf. Technol. J.*, vol. 2, no. 3, p. 181, 2015, doi: 10.24076/citec.2015v2i3.47.
- [8] Y. Q, S. A, M. Y, and S. E, “A Methodology for Time Series Prediction in Finance,” *Int. J. Comput. Sci. Dep. Konemihentie*, 2019.
- [9] S. A, “K-Nearest Neighbor Algorithm for Univariate Time Series Prediction,” *Bull. Transilv. Univ. Brasov*, vol. 5, no. 54, pp. 147–152, 2012.
- [10] A. A. Basahona, I. Rezwati, and A. husna N, “Penerapan Metode Linier Regresi Untuk Prediksi Produksi Sayur-Sayuran,” *IC Tech*, vol. XIV, no. 2, pp. 50–53, 2019.
- [11] P. Alkhairi and A. P. Windarto, “Penerapan K-Means Cluster pada Daerah Potensi Pertanian Karet Produktif di Sumatera Utara,” *Semin. Nas. Teknol. Komput. Sains*, pp. 762–767, 2019.