

PENERAPAN METODE K-NEAREST NEIGHBOR UNTUK PREDIKSI HARGA JAGUNG DENGAN PENGUJIAN RMSE

Sandy Tri Wijaya, Indyah Hartami Santi, Zunita Wulansari

Teknik Informatika, Universitas Islam Balitar Blitar

Jl. Majapahit No 2-4, Sananwetan, Kec. Sananwetan, Kota Blitar, Jawa Timur

sandtriwi@gmail.com

ABSTRAK

Jagung merupakan salah satu komoditas pertanian yang penting di Indonesia, baik sebagai bahan pangan maupun sebagai bahan industri. Namun, pada tahun 2022, produksi jagung mengalami penurunan menjadi sebesar 339.788,4 ton, sedangkan untuk permintaan jagung pada tahun 2022 sebesar 36.527 ton dan penawaran sebesar 298.508 ton. Penurunan produksi dapat berdampak pada pasokan jagung yang tersedia, maka harga jagung juga akan mengalami *fluktuasi* yang dapat mempengaruhi ekonomi petani, peternak maupun industri yang menggunakan bahan dasar jagung. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu memprediksi harga jagung menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* (K-NN) di Kabupaten Tulungagung yang menghasilkan harga prediksi harga jagung pada bulan Mei dan menguji metode untuk mengetahui tingkat akurasi. Pengujian dari prediksi menggunakan metode *Root Mean Square Error* (RMSE) yang menghasilkan tingkat *error* 185,1497 dan persentase sebesar 95%.

Kata kunci: *Prediksi, K-Nearest Neighbor, Harga Jagung, Root Mean Square Error*

1. PENDAHULUAN

Jagung merupakan salah satu komoditas pertanian yang penting di Indonesia, baik sebagai bahan pangan maupun sebagai bahan industri. Selain untuk bahan makanan pokok, jagung juga digunakan sebagai bahan baku industri, pakan ternak dan bahan farmasi. Mengingat hal tersebut, pemerintah Indonesia telah berupaya untuk selalu meningkatkan produksi jagung Indonesia dengan menjadikan jagung sebagai salah satu dari 11 komoditas strategis yang ditargetkan untuk swasembada.

Menurut keputusan Menteri Pertanian nomor 472/Kpts/RC.040/6/2018 membahas bahwa lokasi kawasan pertanian nasional (2018) yang mencantumkan bahwa Provinsi Jawa Timur berada di posisi ke 12 untuk komoditas jagung yang dimana Kabupaten Tulungagung berada pada posisi ke 6 yang memiliki produktivitas jagung tertinggi.

Pada tahun 2021, Kabupaten Tulungagung berhasil mencapai produksi jagung yang mencapai angka yang mengesankan, yaitu sebesar 388.810,36 ton. Namun, pada tahun 2022, produksi jagung mengalami penurunan menjadi sebesar 339.788,4 ton [1]. Penurunan produksi ini menunjukkan adanya perubahan yang signifikan dalam jumlah jagung yang diproduksi di Kabupaten Tulungagung. Sedangkan untuk permintaan jagung pada tahun 2022 sebesar 36.527 ton dan penawaran sebesar 298.508 ton. Dengan data tersebut menunjukkan bahwa pasokan jagung yang tersedia mengalami penurunan produksi yang dapat berdampak pada harga jagung. Pasokan jagung tersebut belum memenuhi kebutuhan para peternak di Kabupaten Tulungagung yang berjumlah 140.500 orang [2].

Dengan permasalahan yang dihadapi dalam industri jagung, seperti kurangnya industri pengolah pakan ternak dan jumlah perusahaan yang terbatas,

dapat berdampak pada *fluktuasi* harga jagung yang sering terjadi. Fluktuasi harga jagung yang tidak stabil dapat mempengaruhi kondisi ekonomi para petani jagung dan peternak di wilayah tersebut. Ketidakstabilan harga jagung dapat menyebabkan ketidakpastian dalam pendapatan para petani jagung dan peternak yang bergantung pada jagung sebagai bahan pakan ternak. *Fluktuasi* harga yang tidak terduga dapat membuat sulit bagi petani dan peternak untuk merencanakan dan mengelola kegiatan pertanian dan peternakan mereka dengan baik.

Selain itu, masalah *fluktuasi* harga jagung juga dapat menimbulkan ketidaktautan dalam mengambil keputusan yang tepat dalam melakukan jual beli jagung. Para petani dan peternak yang tidak memiliki pemahaman yang cukup tentang *fluktuasi* harga jagung mungkin kesulitan dalam menentukan waktu yang tepat untuk menjual atau membeli jagung. Hal ini dapat berdampak pada keuntungan dan efisiensi usaha mereka.

Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan oleh [3] yang bertujuan untuk mengetahui penjualan produk *Unilever* terlaris agar mempermudah pihak pemilik toko dalam menyediakan stok. Prediksi yang dilakukan oleh peneliti menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* yang mendapatkan nilai akurasi penjualan produk sebesar 86,66%.

Berdasarkan dari penelitian-penelitian diatas maka dapat disimpulkan metode *K-Nearest Neighbor* (K-NN) relatif mudah dipahami dan diterapkan dalam konteks prediksi harga jagung, serta dapat memberikan hasil yang cukup akurat jika dilakukan dengan benar. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah *K-Nearest Neighbor* (K-NN) untuk memprediksi harga jagung. Metode ini mengandalkan perhitungan jarak dan memanfaatkan tetangga terdekat untuk menghasilkan prediksi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. K-Nearest Neighbor

K-Nearest Neighbor adalah sebuah metode yang digunakan untuk mengklasifikasikan terhadap objek berdasarkan data *learning* dengan mencari jarak yang paling dekat dengan objek data tersebut [4]. Metode K-NN dapat diterapkan dalam berbagai jenis tugas klasifikasi, seperti pengenalan pola, pengenalan wajah, sistem rekomendasi, dan lain sebagainya. Dalam konteks pembelajaran mesin, K-NN juga dikenal sebagai metode pembelajaran berbasis *instans* atau *lazy learning*, karena tidak melibatkan proses pembelajaran yang kompleks seperti pembuatan model. Pada metode *K-Nearest Neighbor* memiliki langkah-langkah dalam perhitungan data, berikut langkah-langkahnya:

- Menentukan nilai k dari data yang terdekat, dengan persamaan rumus (1).

$$k = \sqrt{\frac{n}{2}} \quad (1)$$

Keterangan:

k = banyak *cluster*

n = jumlah data

- Menghitung jarak dengan persamaan rumus (2).

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (2)$$

Keterangan:

dx = data x

dy = data y

n = jumlah atribut

- Mengurutkan hasil perhitungan jarak.
- Mengumpulkan kategori y .
- Mencari data populer sebagai hasil prediksi.

Metode *K-Nearest Neighbor* (K-NN) memiliki beberapa keunggulan yang membuatnya menjadi pilihan yang baik dalam pengklasifikasian data yaitu mengurangi efek *noisy*, efektif untuk data dengan jumlah besar selain itu juga sederhana dan mudah diimplementasikan.

Namun, kelemahan K-NN termasuk *sensitivitas* terhadap skala data, kinerja yang lambat dengan banyak data, dan kebutuhan akan penyimpanan data pelatihan yang lengkap. Pemilihan nilai K yang ideal, pemrosesan dan normalisasi data yang tepat, dan penggunaan jarak metrik yang tepat sangat penting untuk berhasil algoritma K-NN.

2.2. Prediksi

Prediksi adalah proses yang digunakan untuk meramal atau memperkirakan tentang sesuatu yang paling mungkin terjadi di masa depan, berdasarkan informasi atau data-data masa lalu dan sekarang yang telah dimiliki agar dapat meminimalisir suatu kesalahan dalam selisih hasil perkiraan. Prediksi secara ilmiah adalah proses perkiraan secara sistematis tentang sesuatu di masa depan yang mungkin terjadi berdasarkan informasi masa lalu dan sekarang yang telah dimiliki [5].

2.3. Jagung

Jagung atau disebut sering dengan *Zea mays* adalah salah satu komoditas yang banyak dibutuhkan untuk bahan pangan maupun bahan pakan ternak, karena jagung mengandung banyak karbohidrat mencapai 80%, selain itu kandungan lainnya adalah kalori, protein, lemak, kalsium, fosfor, besi, vitamin A, vitamin B1 dan serat.

Jagung paling banyak digunakan daripada biji-bijian lainnya sebagai bahan pakan sumber energi terutama ternak unggas karena mempunyai kandungan nilai energi metabolis tinggi [6]. Komposisi pakan untuk unggas memerlukan persentase berkisar antara 20-50% jagung [7]. Namun, penting untuk memperhatikan bahwa persentase jagung dalam pakan tidak harus tetap konstan.

2.4. Python

Python adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi yang diproses secara *interpreted* dengan kode program yang hampir mirip dengan bahasa manusia [8]. Salah satu keunggulan utama dari pemrograman dengan *Python* adalah ketersediaan berbagai pustaka (*libraries*) dan modul yang didukung oleh komunitas yang luas. Hal ini memberikan banyak manfaat dan mempermudah proses pengembangan perangkat lunak dengan *Python*.

Kombinasi dari kemudahan penggunaan, dukungan komunitas yang luas, fungsionalitas yang lengkap, kemudahan instalasi, dan sifat *open source* menjadikan *Python* sebagai pilihan yang populer dan kuat dalam pengembangan perangkat lunak. *Python* banyak digunakan orang karena salah satu bahasa pemrograman yang mudah dipahami dan mudah digunakan dengan memanfaatkan *library* matematika yang sudah ada [9].

2.5. Root Mean Square Error

Root Mean Square Error atau yang sering disingkat RMSE adalah metrik evaluasi yang sering digunakan untuk mengukur perbedaan atau perbandingan antara nilai prediksi yang dihasilkan oleh suatu model dengan nilai aktual yang diamati [10]. RMSE memiliki fungsi untuk mengumpulkan besarnya kesalahan dalam prediksi pada nilai data menjadi kesatuan keakuratan prediksi. RMSE memiliki akurasi yang tinggi dalam melakukan pengukuran dengan *probabilitas* hingga 50% [11] pada algoritma yang digunakan untuk memprediksi data, berikut persamaan rumus (3).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (Y' - Y)^2}{n}} \quad (3)$$

Keterangan:

Y' = Nilai Prediksi

Y = Nilai Sebenarnya

n = Jumlah Data

3. METODE PENELITIAN

Penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif memunculkan kesulitan dalam mengontrol variabel-variabel lain yang dapat berpengaruh terhadap proses penelitian baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk menciptakan validitas yang tinggi juga diperlukan ketelitian dalam proses penentuan sampel, pengambilan data, dan pengujian analisisnya. Penelitian ini menggunakan data 4 tahun terakhir mulai dari tahun 2020 hingga tahun 2023 yang merupakan data sekunder yang digunakan sebagai penentuan harga jagung, dengan memperhitungkan rata-rata harga yang dipatok pada bulan-bulan tersebut.

3.1. Sampel Penelitian

Penelitian ini dilakukan di kelompok peternak Kecamatan Rejotangan Kabupaten Tulungagung. Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari sampai Mei tahun 2023.

3.2. Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan untuk mengumpulkan harga jagung di Tulungagung pada tahun 2020-2023 menggunakan observasi dan studi literatur.

a. Observasi

Observasi yang dilakukan pada penelitian yaitu mengamati harga jagung di Kabupaten Tulungagung melalui website siskaperbo.jatimprov.go.id yang mengalami naik turunnya harga yang setiap minggunya. Observasi dilakukan pada bulan Maret sampai April tahun 2023.

b. Studi Literatur

Studi literatur adalah cara yang dilakukan untuk menghimpun data dengan cara melakukan pencatatan, kajian pustaka ataupun dengan membaca. Pada proses ini peneliti menggunakan 8 jurnal nasional dan 2 jurnal internasional berkaitan dengan penelitian ini yaitu tentang prediksi harga jagung dan metode *K-Nearest Neighbor*.

3.3. Tahapan Penelitian

Tahap-tahap penelitian merupakan alur penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti. Alur dari penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada gambar 1.

Berdasarkan alur gambar 1, diperlukan tahapan-tahapan tersebut.

a. Identifikasi

Tahapan menentukan masalah yang terjadi pada objek harga jagung yang bersifat fluktuatif dikarenakan permintaan dan penawaran, harga benih jagung dan harga pupuk sehingga sangat dapat berdampak kepada perekonomian para petani maupun pelaku usaha industri pangan dan pakan ternak di Kabupaten Tulungagung.

b. Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini yang didapat bersumber dari BPS (Badan Pusat Statistika)

Kabupaten Tulungagung dan website resmi Provinsi Jawa Timur yaitu siskaperbo.jatimprov.go.id yang berkaitan tentang harga jagung tahun 2020-2023 dan studi literatur dari buku-buku dan jurnal.

c. Pengolahan Data

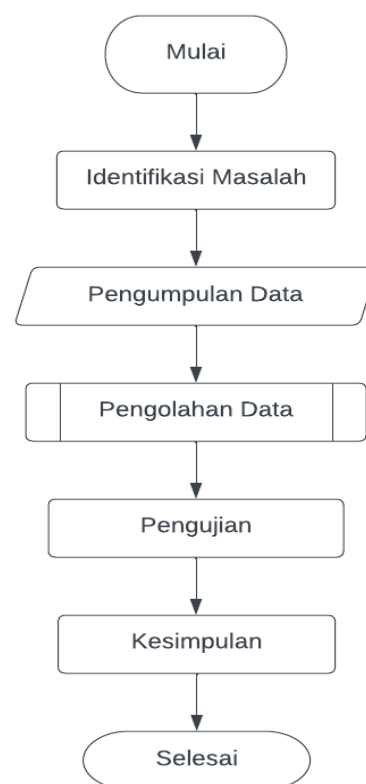
Pengolahan data yang telah didapatkan dengan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* yang terdiri dari menentukan nilai k , mencari jarak menggunakan *euclidean distance*, dan mencari nilai sering muncul.

d. Pengujian

Pada tahap pengujian hasil prediksi data harga jagung baru akan dilakukan uji *Root Mean Square Error* (RMSE) yang digunakan untuk mengetahui keakuratan hasil prediksi menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* dengan mencari tingkat *error* dari harga aktualnya.

e. Kesimpulan

Pada tahap terakhir ini peneliti menyimpulkan bahwa hasil data yang telah diolah dan dianalisis memberikan informasi penting bagi subjek penelitian, yaitu para petani jagung, peternak, dan pelaku industri jagung yang dapat mempengaruhi pengambilan keputusan. Informasi ini dapat membantu mereka dalam membuat keputusan yang lebih baik terkait strategi bisnis, kebijakan pemasaran, dan manajemen produksi.



Gambar 1. Alur Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah *update* data selama 4 tahun terhitung sejak bulan Januari 2020 dengan mengambil data setiap minggu dari minggu pertama hingga minggu ke-5 yang diambil dari BPS (Badan Pusat Statistika) Kabupaten Tulungagung dan website resmi Provinsi Jawa Timur yaitu siskaperbo.jatimprov.go.id. Data yang digunakan pada prediksi ini yaitu menggunakan data harga eceran.

4.2. Menentukan Nilai K

Penentuan nilai *k* penting dalam *K-Nearest Neighbor* karena akan mempengaruhi hasil prediksi dan akurasi model. Nilai *k* yang dipilih harus disesuaikan dengan jumlah data yang digunakan dalam penelitian ini. Jika terdapat sedikit data, memilih *k* yang terlalu besar dapat menyebabkan *overfitting*, sedangkan memilih *k* yang terlalu kecil dapat menyebabkan *underfitting*. Dalam penelitian ini nilai *k* yang didapat dari persamaan rumus (1) yaitu 4. Nilai tersebut merupakan jumlah tetangga terdekat yang akan dipertimbangkan dalam proses regresi. Karena nilai *k* = 4, maka di pilih 4 *centroid* secara acak dari data harga jagung, seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Data *Centroid*

Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4	Minggu 5
6500	6500	6500	7167	
6500	6500	6500	6500	6667
6333	6333	6333	6167	
6267	6167	6167	6167	6167

4.3. Menghitung Jarak

Perhitungan jarak adalah proses yang digunakan untuk mengetahui jarak antar data agar dapat menentukan nilai terdekat dari data *centroid*. Sebelum dilakukan perhitungan jarak, dilakukan pembagian data *x* dan data *y* terlebih dahulu. Pembagian ini berfungsi untuk membedakan data lama dan data baru yang akan di hitung jaraknya. Gambar 2 dan gambar 3 merupakan *source code* untuk pembagian data *x* dan data *y*.

```
x = df1.iloc[0:20, :].values
x
```

Gambar 2. Source Code Data *x*

Dalam pembagian data menggunakan *.iloc* yang merupakan objek *DataFrame* yang berasal dari *library pandas*. Nilai [0:20, :] tersebut menunjukkan bahwa *row* yang di ambil untuk data *x* berada pada nomer urutan 0 sampai ke 20 dan *column* yang di digunakan yaitu semuanya. Tabel 2 dan tabel 3 adalah hasil dari pembagian data.

Tabel 2. Data *x*

Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4	Minggu 5
6667	6667	6333	6333	0
6500	6500	6500	7167	0
6833	7000	6500	6500	6500
....				
....				
6500	6333	6333	6167	0
6167	6167	6167	6167	5833

```
y = df1.iloc[20:40, :].values
y
```

Gambar 3. Source Code Data *y*Tabel 3. Data *y*

Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4	Minggu 5
6000	6667	6667	6667	0
7000	7000	7000	7000	7000
7000	7000	7000	7000	0
....				
....				
6167	6267	6267	6267	0
6267	6167	6167	6167	6167

Setelah dilakukan pembagian data, proses selanjutnya yaitu melakukan pembagian data untuk *training* dan data *testing*. Pembagian ini bertujuan untuk melatih algoritma *k-nearest neighbor* dengan menggunakan data *training* dan data *testing* digunakan sebagai data untuk melakukan prediksi. Proses pelatihan algoritma *k-nearest neighbor* dapat dilihat pada gambar 4.

```
from sklearn.model_selection import train_test_split
x_train, x_test, y_train, y_test = train_test_split(x, y, test_size=0.2, random_state=0)
```

Gambar 4. Source Code Pembagian Data

Pada *source code* tersebut data dibagi menjadi 80% sebagai data pelatihan dan 20% sebagai data *testing* yang digunakan untuk memprediksi. Proses selanjutnya akan dihitung jarak antara data *x* dan data *y* menggunakan *euclidean distance* dengan persamaan rumus (2). Gambar 4 merupakan *source code* untuk menghitung jarak dan tabel 4 hasil dari perhitungan jarak.

```
from sklearn.neighbors import KNeighborsRegressor
knn = KNeighborsRegressor(n_neighbors=4, metric='minkowski', p = 2)
knn.fit(x_train, y_train)
```

Gambar 5. Source Code *Euclidean Distance*Tabel 4. Hasil *Euclidean Distance*

Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4	Minggu 5
817,313	7078,95	1054,30	471,640	6350,59
745,505	7055,34	881,980	1000,66	6394,22
6565,86	881,980	6540,48	6540,53	882,358
1155,27	7156,93	1490,56	666,500	6368,02
.....				
5836,21	519,615	5837,72	5835,57	348,648

4.4. Mengurutkan Secara Descending

Mengurutkan data secara *descending* pada data testing, yaitu dari data terkecil ke data terbesar yang bertujuan agar dalam langkah selanjutnya dapat lebih mudah dalam pengkategorian. Pada gambar 5 merupakan *source code* tersebut menggunakan fungsi *sort()* dengan parameter yang sesuai pada *y_pred* yang digunakan untuk pengurutan data secara *descending* dan tabel 5 adalah hasil dari pengurutan.

```
Descending = y_pred.sort()
print(Descending)
```

Gambar 6. Source Code Pengurutan Data

Tabel 5. Hasil Pengurutan secara Descending

Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4	Minggu 5
817,313	7078,95	1054,30	471,640	6350,59
286,085	6345,05	235,467	360,001	6175,86
745,505	7055,34	881,980	1000,66	6394,22
813,306	6380,18	850,359	822,571	6209,26
.....				
7096,79	2764,31	3008,72	7048,75	2026,95

Data yang paling dekat dengan titik *centroid* dapat diidentifikasi dengan lebih mudah dan cepat dengan mengurutkan data secara *descending*.

4.5. Mengumpulkan Kategori Y

Proses pengumpulan kategori *y* berguna untuk mencari nilai terdekat dengan *centroid* dengan mengambil data sesuai dengan banyaknya nilai *k* yang telah ditentukan. Tabel 6 merupakan nilai yang terdekat dengan titik *centroid*.

Tabel 6. Nilai Terdekat dengan Centroid

Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4	Minggu 5
6400	6416	6333	6333	0
6400	6416	6333	6333	0
6500	6500	6525	6525	4833,25
6625	6625	6625	6625	1583,25

4.6. Mencari Data Populer

```
from collections import Counter
def find_most_frequent(neighbors):
    arr_tuple = tuple(map(tuple, neighbors))
    counter = Counter(arr_tuple)
    most_common = counter.most_common()
    most_frequent_values = [list(value) for value, count in most_common if count == most_common[0][1]]
    return most_frequent_values
# Contoh penggunaan
most_frequent = find_most_frequent(y_pred)
print("Nilai yang paling sering muncul:", most_frequent)
```

Gambar 7. Source Code Mencari Data Populer

Pada gambar 6 yaitu proses pencarian data *testing* yang sering muncul, data populer tersebut akan digunakan untuk menentukan prediksi harga jagung. Dalam proses ini menggunakan *library collections* dengan mengimport *counter* yang digunakan untuk menghitung jumlah dari kemunculan data. Pada *source code* tersebut untuk mencari data yang sering muncul menggunakan metode *most_common()* yang dapat

menampilkan data dengan jumlah kemunculan terbanyak dengan hasil yang terdapat pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pencarian Data Populer

Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4	Minggu 5
6400	6416	6333	6333	0

Data yang telah diperoleh tersebut akan digunakan sebagai acuan prediksi harga jagung pada bulan Mei tahun 2023.

4.7. Root Mean Square Error (RMSE)

Setelah melakukan prediksi harga jagung, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian keakuratan dari prediksi harga jagung. Dalam pengujian prediksi ini, menggunakan metode *Root Mean Square Error* (RMSE) dengan perbandingan harga sebenarnya dengan menggunakan *library matrices* dan *math* yang memanfaatkan fungsi *mean_square_error* dan *sqrt*. Gambar 8 merupakan *source code* pengujian RMSE dan gambar 9 hasil *error* yang dihasilkan dari prediksi dengan harga aktualnya.

```
from sklearn.metrics import mean_squared_error
from math import sqrt

mse = mean_squared_error(real, most_frequent)
rmse = sqrt(mse)
rmse
```

Gambar 8. Source Code Pengujian RMSE

185.14966918685002

Gambar 9. Hasil Error dari Pengujian

Hasil dari pengujian prediksi harga jagung dengan harga sebenarnya menghasilkan tingkat *error* sebesar 185,14969 dengan persentase 95%.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Sistem yang digunakan untuk mengetahui hasil dari penerapan metode *K-Nearest Neighbor* untuk memprediksi harga jagung di Kabupaten Tulungagung dapat membantu para peternak maupun petani dalam mengambil keputusan untuk melakukan transaksi dengan bahan dasar jagung di bulan depan. Hasil prediksi dari penerapan tersebut yaitu 6400, 6416, 6333, 6333 dan 0 data diambil setiap minggunya dengan *error* sebesar 185,1497 dan persentase sebesar 95% yang menjadi tingkat keakuratan dari metode *K-Nearest Neighbor* untuk memprediksi harga jagung. Dalam kata lain nilai dari *error* semakin kecil, maka hasil dari prediksi akan semakin mendekati nilai *actual*. Jumlah data yang digunakan akan mempengaruhi nilai *k* dan dapat mempengaruhi hasil dari prediksi. Untuk peneliti yang menggunakan metode yang sama, kembangkan penelitian yang telah dilakukan dan analisis perbedaan perhitungan manual dan pada sistem yang telah terjadi dan untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat menerapkannya pada

berbagai permasalahan, sehingga dapat mempermudah dalam pengambilan keputusan dan membandingkan dengan metode *mechine learning* lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Amin, D. Suyono, dan S. Eksiandayani, *Kabupaten Tulungagung Dalam Angka 2023(Tulungagung Regency In Figures)*. 2023.
- [2] BPS, “Jumlah Petani Menurut Kabupaten/Kota dan Penggunaan Internet selama setahun yang lalu (Laki-Laki + Perempuan), 2022,” *Badan Pusat Statistika Kabupaten Tulungagung*, 2023. <https://jatim.bps.go.id/statictable/2023/5/17/2055/jumlah-petani-menurut-kabupaten-kota-dan-penggunaan-internet-selama-setahun-yang-lalu-laki-laki-perempuan-2022>
- [3] A. Alfani W.P.R., F. Rozi, dan F. Sukmana, “Prediksi Penjualan Produk Unilever Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor,” *JUPI (Jurnal Ilm. Penelit. dan Pembelajaran Inform.)*, vol. 6, no. 1, hal. 155–160, 2021, doi: 10.29100/jupi.v6i1.1910.
- [4] J. Indriyanto, *Algoritma K-Nearest Neighbor untuk Prediksi Nasabah Asuransi*. Pekalongan: PT.Nasya Expanding Management (NEM), 2021.
- [5] R. Roza, M. N. Fauzan, dan W. I. Rahayu, *Tutorial Sistem Informasi Prediksi Jumlah Pelanggan Menggunakan Metode Regresi Linier Berganda Berbasis Web Menggunakan Framework Codeigniter*. Bandung: Kreatif Industri Nusantara, 2020.
- [6] E. Widodo, *Ilmu Bahan Pakan Ternak dan Formulasi Pakan Unggas*. Malang: Universitas Brawijaya Press, 2017.
- [7] N. Nelly, *Hama Utama Pada Tanaman Jagung dan Eksplorasi Beberapa Teknik Pengendalian*. Makassar: PT.Nas Media Pustaka, 2022.
- [8] F. Sembiring, *Buku Ajar Dasar Pemrograman (Python)*. Sukabumi: Nusa Putra Press, 2021.
- [9] M. F. Mahfuzh dan R. V. Yuliantari, “Analisis Penerapan Artificial Neural Network Algoritma Propagasi Balik untuk Meramalkan Harga Saham pada Bursa Efek Indonesia,” *J. Appl. Electr. Eng.*, vol. 6, no. 1, hal. 1–3, 2022, doi: 10.30871/jaee.v6i1.3814.
- [10] N. Komanapalli, Venkata Lakshmi Narayana Sivakumaran dan S. Hampannavar, *Advances in Automation, Signal Processing, Instrumentation, and Control Select Proceedings of I-CASIC 2020*. Singapore: Springer Nature Singapore, 2021.
- [11] X. Wang dan H. Xie, *Applications of Remote Sensing/ GIS in Water Resources and Flooding Risk Managements*. Basel: MDPI AG, 2018.