

OPTIMALISASI KLASIFIKASI HARGA BERAS DI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN BAYESIAN OPTIMIZATION DENGAN MODEL GAUSSIAN PROCESS NOISE

Mohamad Said*¹, Martanto², Denni Pratama³, Fatihanursari Dikananda⁴, Umi Hayati⁵

^{1,4,5}Teknik Informatika; STMIK IKMI Cirebon; Jl. Perjuangan No. 10 B, Kota Cirebon, Indonesia

²Manajemen Informatika; STMIK IKMI Cirebon; Jl. Perjuangan No. 10 B, Kota Cirebon, Indonesia

³Komputerisasi Akuntansi; STMIK IKMI Cirebon; Jl. Perjuangan No. 10 B, Kota Cirebon, Indonesia

Keywords:

Harga Beras;
Klasifikasi Harga;
Deep Learning;
Bayesian Optimization.

Correspondent Email:

msaid221202@gmail.com

Abstrak. Stabilisasi harga beras merupakan isu krusial di wilayah seperti Jawa Timur yang berperan sebagai daerah produsen sekaligus konsumen utama. Ketidakstabilan harga beras dapat mengganggu daya beli rumah tangga, menghambat efisiensi rantai pasok, dan melemahkan ketahanan pangan baik secara lokal maupun nasional. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem klasifikasi harga beras yang efektif melalui integrasi model deep learning dengan pendekatan Bayesian Optimization (BO) berbasis Gaussian Process. Penelitian ini menghadapi tantangan berupa volatilitas pasar, dimensi data yang tinggi, serta ketidakstasioneran data. Metodologi yang digunakan mencakup pra-pemrosesan dan rekayasa fitur dari dataset harga komoditas historis yang terdiri dari 15.276 entri di Jawa Timur, mencakup variabel temporal, spasial, dan kategorikal. Model baseline dibangun menggunakan arsitektur multilayer dan diikuti dengan proses tuning hyperparameter (seperti learning rate, jumlah lapisan, dropout) menggunakan BO. Model terbaik mencapai akurasi validasi sebesar 66,27%, sedikit lebih rendah dari baseline (67,32%), namun menunjukkan peningkatan dalam kestabilan dan interpretabilitas. Evaluasi model menggunakan metrik akurasi, F1-score, dan AUC, serta analisis tambahan melalui confusion matrix dan SHAP untuk interpretasi kontribusi fitur. Hasil penelitian menekankan bahwa meskipun BO memberikan keuntungan dalam stabilitas dan penyetelan parameter, penerapannya masih terkendala oleh sumber daya komputasi dan keterbatasan data berbasis domain. Penelitian ini berkontribusi terhadap penerapan sistem klasifikasi harga cerdas untuk komoditas pertanian dan mendukung kebijakan pangan di tingkat regional.



Copyright © [JITET](http://www.jitet.org) (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open access article distributed under terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

Abstract. Price stabilization of rice is a critical issue in regions like East Java, which serves as both a major producer and consumer area. Instability in rice prices can disrupt household purchasing power, distort supply chains, and undermine food security at both local and national levels. This study aims to design an effective rice price classification system by integrating deep learning models with Bayesian Optimization (BO) using Gaussian Process models to address challenges such as market volatility, high dimensionality, and non-stationary data. The methodology includes preprocessing and feature engineering of a historical commodity price dataset comprising 15,276 entries from East Java, encoding temporal, spatial, and categorical variables. A baseline deep learning model was developed using a multilayer architecture, followed by tuning hyperparameters (e.g., learning rate, number of layers, dropout) using BO. The best-performing model achieved validation accuracy of 66.27%, showing minor improvement over the baseline (67.32%) but improved stability and interpretability. Evaluation metrics included accuracy, F1-score, and AUC, with additional analysis through confusion matrix and SHAP values to interpret feature contributions. The study highlights that while BO offers advantages in model stability and parameter tuning, its practical

application is constrained by computational resources and domain-specific data limitations. This research contributes to the implementation of intelligent pricing systems for agricultural commodities and supports regional food policy and decision-making.

1. PENDAHULUAN

Harga beras merupakan salah satu indikator penting dalam menjaga stabilitas ketahanan pangan, khususnya di wilayah Jawa Timur yang berperan sebagai daerah produksi sekaligus konsumsi. Ketidakstabilan harga beras dapat memengaruhi daya beli masyarakat serta menurunkan kesejahteraan produsen, sehingga berdampak pada ketahanan pangan secara regional maupun nasional [1], [2]. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa fluktuasi harga komoditas pertanian dapat menyebar antarwilayah dan memperburuk ketimpangan ekonomi, terutama pada daerah yang bergantung pada sektor pertanian [3]. Oleh karena itu, analisis dan klasifikasi harga beras secara akurat menjadi hal yang penting dalam mendukung pengambilan keputusan pada sistem pangan dan kebijakan ekonomi [3].

Permasalahan utama dalam klasifikasi harga beras adalah tingginya volatilitas dan sifat non-linear pada data harga komoditas pertanian. Perubahan harga dipengaruhi oleh banyak faktor seperti kondisi iklim, distribusi pasokan, kebijakan pemerintah, serta faktor ekonomi lainnya, sehingga metode peramalan tradisional sering menghasilkan akurasi yang rendah [4], [5]. Selain itu, data harga komoditas memiliki karakteristik heterogen dan berbeda antarwilayah, baik dari segi waktu, spasial, maupun variabel pendukung, yang menyebabkan model sulit digeneralisasikan pada konteks lokal seperti Jawa Timur [6]. Kompleksitas interaksi antarvariabel juga meningkatkan risiko overfitting dan menurunkan interpretabilitas model ketika menggunakan metode deep learning tanpa optimasi yang tepat [7], [1].

Metode klasifikasi konvensional seperti regresi logistik, naïve Bayes, decision tree, dan model ekonometrik tradisional memiliki keterbatasan dalam menangani data yang bersifat non-stasioner dan berdimensi tinggi. Metode tersebut umumnya mengasumsikan hubungan linear dan kestabilan data, sehingga kurang mampu menangkap pola kompleks pada harga komoditas pertanian yang fluktuatif.

Selain itu, metode konvensional sangat bergantung pada rekayasa fitur manual sehingga kurang fleksibel dalam menghadapi perubahan dinamika pasar yang cepat [1].

Pendekatan machine learning dan deep learning memberikan solusi yang lebih baik karena mampu menangani hubungan non-linear dan ketergantungan temporal pada data. Model seperti Long Short-Term Memory (LSTM) dan Gated Recurrent Unit (GRU) terbukti memiliki performa lebih baik dibandingkan metode tradisional dalam peramalan harga komoditas, karena mampu mempelajari pola jangka panjang dan pengaruh musiman [8]. Selain itu, model deep learning memungkinkan integrasi berbagai variabel eksternal seperti cuaca, distribusi, dan kebijakan pasar sehingga lebih sesuai digunakan dalam analisis harga komoditas yang kompleks [9].

Untuk meningkatkan performa model deep learning, diperlukan optimasi hyperparameter yang efektif. Salah satu metode yang banyak digunakan adalah Bayesian Optimization karena mampu mencari parameter optimal secara efisien dibandingkan metode pencarian konvensional. Namun, Bayesian Optimization berbasis Gaussian Process memiliki keterbatasan dalam menangani data dengan noise tinggi dan ruang parameter yang besar, sehingga dapat menghasilkan prediksi yang kurang stabil. Oleh karena itu, penggunaan Gaussian Process dengan model noise diperlukan untuk meningkatkan akurasi dan kestabilan proses optimasi pada data harga komoditas yang tidak pasti [10].

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan optimalisasi klasifikasi harga beras di Jawa Timur menggunakan metode Bayesian Optimization dengan model Gaussian Process Noise pada sistem berbasis deep learning. Tujuan penelitian ini adalah meningkatkan akurasi klasifikasi, mengurangi pengaruh noise pada data harga, serta menghasilkan model yang lebih stabil dan adaptif terhadap perubahan pasar. Hasil yang diharapkan adalah diperolehnya model klasifikasi dengan performa yang lebih baik

dibandingkan metode konvensional sehingga dapat digunakan sebagai pendukung analisis harga dan pengambilan keputusan dalam sistem ketahanan pangan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

Harga komoditas pertanian merupakan data yang memiliki karakteristik non-linear, non-stasioner, dan dipengaruhi oleh banyak faktor seperti kondisi iklim, distribusi pasokan, kebijakan pemerintah, serta kondisi ekonomi makro. Penelitian menunjukkan bahwa perubahan curah hujan, suhu, nilai tukar, dan harga energi global dapat memengaruhi volatilitas harga komoditas pertanian secara signifikan. Oleh karena itu, pemodelan harga komoditas memerlukan pendekatan yang mampu menangani data kompleks dan tidak pasti [9].

Dalam analisis harga komoditas, data yang digunakan umumnya berbentuk time series dan spasial. Model time series digunakan untuk menangkap pola temporal seperti tren dan musiman, sedangkan model spasial digunakan untuk menggambarkan hubungan antarwilayah. Kombinasi kedua pendekatan tersebut terbukti mampu meningkatkan akurasi prediksi pada data harga pertanian yang memiliki keterkaitan antar daerah [11].

Metode machine learning dan deep learning banyak digunakan dalam klasifikasi dan prediksi data ekonomi karena mampu menangani hubungan non-linear dan data berdimensi tinggi. Model seperti Artificial Neural Network, Long Short-Term Memory (LSTM), dan Gated Recurrent Unit (GRU) terbukti lebih baik dibandingkan metode statistik klasik dalam memodelkan data yang berubah secara dinamis. Selain itu, deep learning mampu melakukan ekstraksi fitur secara otomatis sehingga lebih adaptif terhadap perubahan pola data [12].

Untuk meningkatkan performa model deep learning, diperlukan optimasi hyperparameter yang efektif. Bayesian Optimization merupakan metode optimasi berbasis probabilistik yang menggunakan surrogate model untuk mencari parameter terbaik secara efisien. Metode ini lebih unggul dibandingkan grid search atau random search karena mampu menemukan parameter optimal dengan jumlah iterasi yang lebih sedikit [13].

Gaussian Process merupakan model probabilistik non-parametrik yang sering digunakan sebagai surrogate model dalam Bayesian Optimization. Gaussian Process mampu memodelkan ketidakpastian data dan memberikan prediksi yang stabil pada data yang mengandung noise tinggi. Oleh karena itu, kombinasi Bayesian Optimization dan Gaussian Process sangat sesuai digunakan dalam optimasi model pada data harga komoditas yang bersifat tidak stabil dan memiliki variabilitas tinggi [7].

2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai prediksi dan klasifikasi pada sektor pertanian telah banyak dilakukan dengan menggunakan metode machine learning, deep learning, serta teknik optimasi untuk meningkatkan akurasi model. Namun, data harga komoditas seperti beras memiliki karakteristik yang kompleks karena dipengaruhi oleh faktor waktu, wilayah, kondisi cuaca, dan kebijakan ekonomi, sehingga diperlukan metode yang mampu menangani data non-stasioner dan multidimensi. Beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Metode	Fokus	Hasil
1	[8]	Stacked LSTM	Prediksi harga beras Jawa Timur	Model Stacked LSTM mampu meningkatkan akurasi prediksi harga beras pada data time series
2	[14]	Fuzzy Time Series + APSO	Prediksi harga beras Surabaya	Optimasi APSO meningkatkan performa Fuzzy Time Series dalam memprediksi harga beras
3	[9]	Holt-Winters Time Series	Peramalan harga beras Jawa Timur	Metode Holt-Winters mampu menangkap pola musiman pada data harga beras
4	[10]	GRU Deep Learning	Prediksi kebutuhan beras Jawa Timur	Model GRU menunjukkan performa baik pada data

No	Penulis	Metode	Fokus	Hasil
				sekuens dan non-linear
5	[15]	Bayesian Dynamic Linear Model	Peramalan harga beras medium	Model Bayesian mampu menangani ketidakpastian dan fluktuasi harga komoditas

Berdasarkan penelitian terdahulu, sebagian besar penelitian masih berfokus pada prediksi menggunakan metode statistik atau machine learning tanpa menggabungkan deep learning, Bayesian Optimization, dan Gaussian Process dalam satu model. Selain itu, penelitian yang menggunakan data harga beras pada tingkat regional masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan klasifikasi harga beras menggunakan deep learning yang dioptimasi dengan Bayesian Optimization berbasis Gaussian Process untuk meningkatkan akurasi, kestabilan model, dan kemampuan generalisasi pada data harga yang bersifat non-stasioner.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen dengan tujuan untuk mengembangkan model klasifikasi harga beras di Jawa Timur menggunakan metode Deep Learning yang dioptimasi dengan Bayesian Optimization berbasis Gaussian Process Noise. Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis mulai dari pengumpulan data, praproses data, pembangunan model, optimasi hyperparameter, hingga evaluasi performa model.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data harga beras yang diperoleh dari sumber data resmi pemerintah yang memuat informasi harga berdasarkan waktu dan wilayah di Provinsi Jawa Timur. Data yang digunakan memiliki karakteristik time series dan spasial sehingga memerlukan proses prapengolahan sebelum digunakan dalam pelatihan model. Tahap praproses meliputi pembersihan data, normalisasi, penghapusan nilai kosong, serta transformasi data menjadi bentuk yang sesuai untuk proses klasifikasi.

Model klasifikasi dibangun menggunakan arsitektur Deep Learning karena metode ini mampu menangani data non-linear dan berdimensi tinggi. Deep learning digunakan

untuk mempelajari pola perubahan harga berdasarkan data historis sehingga dapat mengelompokkan harga ke dalam kategori tertentu. Untuk meningkatkan performa model, dilakukan optimasi hyperparameter menggunakan metode Bayesian Optimization. Metode ini digunakan untuk mencari kombinasi parameter terbaik secara otomatis dengan jumlah iterasi yang lebih sedikit dibandingkan metode pencarian konvensional.

Pada proses optimasi, Bayesian Optimization menggunakan Gaussian Process sebagai surrogate model untuk memperkirakan nilai fungsi objektif. Gaussian Process dipilih karena mampu menangani ketidakpastian dan noise pada data harga komoditas yang bersifat fluktuatif. Model Gaussian Process Noise digunakan untuk meningkatkan kestabilan proses optimasi sehingga parameter yang dihasilkan lebih optimal dan tidak mudah overfitting.

Evaluasi model dilakukan dengan membandingkan hasil klasifikasi sebelum dan sesudah optimasi. Pengukuran performa menggunakan metrik akurasi dan loss untuk mengetahui tingkat keberhasilan model dalam mengklasifikasikan harga beras. Selain itu, dilakukan analisis terhadap kestabilan model untuk memastikan bahwa metode yang diusulkan mampu bekerja dengan baik pada data yang memiliki variabilitas tinggi.

Hasil dari penelitian ini diharapkan menghasilkan model klasifikasi harga beras yang lebih akurat, stabil, dan adaptif terhadap perubahan data dibandingkan metode tanpa optimasi. Model yang dihasilkan dapat digunakan sebagai dasar dalam pengembangan sistem pendukung keputusan untuk analisis harga komoditas pertanian, khususnya beras di wilayah Jawa Timur.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan eksperimen untuk membangun sistem klasifikasi harga beras menggunakan pendekatan Deep Learning yang dioptimasi dengan Bayesian Optimization berbasis Gaussian Process Noise. Tahapan penelitian meliputi pembacaan data, rekayasa fitur, pelatihan model, optimasi parameter, serta evaluasi performa model.

Pada tahap awal dilakukan pembacaan dataset harga beras untuk mengetahui struktur data, jumlah sampel, serta atribut yang digunakan dalam proses klasifikasi. Data yang digunakan memiliki atribut waktu, wilayah, dan harga yang kemudian diproses melalui tahap prapengolahan. Hasil pembacaan data ditunjukkan pada gambar 1.

```
Dataset 'harga_pertanian.csv' berhasil dibaca.

[Tabel] Data 5 Baris Awal:
id id_index kode_provinsi nama_provinsi kode_kabupaten_kota \
0 1 11 35 JAWA TIMUR 3501
1 1 21 35 JAWA TIMUR 3501
2 1 31 35 JAWA TIMUR 3501
3 1 41 35 JAWA TIMUR 3501
4 1 51 35 JAWA TIMUR 3501

nama_kabupaten_kota periode_update kategori jumlah satuan \
0 KABUPATEN PACITAN 2020-01 BERAS MEDIUM 8500 RP/KG
1 KABUPATEN PACITAN 2020-01 BERAS PREMIUM 10500 RP/KG
2 KABUPATEN PACITAN 2020-01 GABAH KERING GILING 5500 RP/KG
3 KABUPATEN PACITAN 2020-01 GABAH KERING PANEN 0 RP/KG
4 KABUPATEN PACITAN 2020-01 JAGUNG PIPIL KERING 4200 RP/KG

tahun
0 2020
1 2020
2 2020
3 2020
4 2020
```

Gambar 1. Hasil Pembacaan Dataset

Selanjutnya dilakukan rekayasa fitur dengan menambahkan variabel turunan seperti rata-rata harga, perubahan harga antar periode, serta informasi waktu. Target kelas ditentukan berdasarkan perubahan harga yaitu naik, turun, dan tetap. Proses praproses data menghasilkan dataset yang siap digunakan untuk pelatihan model.

Kolom Target 'kategori' telah di-Label Encode menjadi 'kategori_Encoded'.
Kelas Asli: ['BERAS MEDIUM' 'BERAS PREMIUM' 'GABAH KERING GILING' 'GABAH KERING PANEN' 'JAGUNG PIPIL KERING' 'KEDELAI']

```
[Tabel] Data Setelah One-Hot Encoding (5 Baris Awal):
id id_index kode_provinsi kode_kabupaten_kota kategori \
0 1 11 35 3501 BERAS MEDIUM
1 1 21 35 3501 BERAS PREMIUM
2 1 31 35 3501 GABAH KERING GILING
3 1 41 35 3501 GABAH KERING PANEN
4 1 51 35 3501 JAGUNG PIPIL KERING

jumlah tahun kategori_Encoded nama_kabupaten_kota_KABUPATEN_BANYUWANGI \
0 8500 2020 0 False
1 10500 2020 1 False
2 5500 2020 2 False
3 0 2020 3 False
4 4200 2020 4 False

nama_kabupaten_kota_KABUPATEN_BOJONEGORO ... periode_update_2024-10 \
0 False ... False
1 False ... False
2 False ... False
3 False ... False
4 False ... False
```

Gambar 2. Hasil Preprocessing Data

Model klasifikasi dibangun menggunakan arsitektur deep learning dan dilakukan optimasi hyperparameter menggunakan Bayesian Optimization dengan Gaussian Process sebagai surrogate model. Evaluasi model dilakukan menggunakan metrik akurasi, precision, recall, dan F1-score serta confusion matrix untuk melihat performa pada setiap kelas.

Hasil klasifikasi model ditunjukkan pada Gambar 3.

```
[Hasil Akhir] Loss pada Data Uji: 0.8533
[Hasil Akhir] Akurasi pada Data Uji: 0.6606
72/72 _____ 1s 5ms/step

[Tabel] Classification Report (Data Uji):
precision recall f1-score support

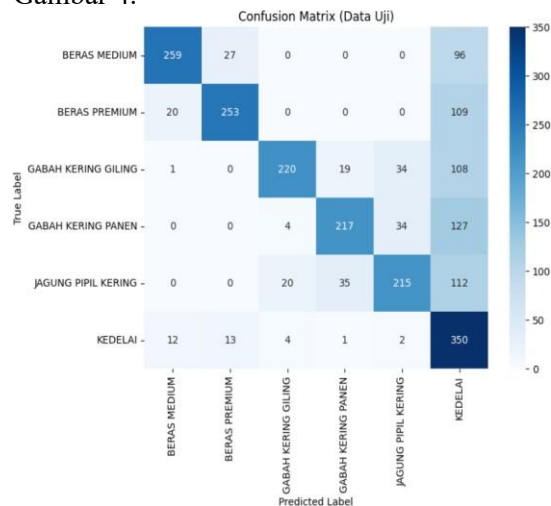
BERAS MEDIUM 0.89 0.68 0.77 382
BERAS PREMIUM 0.86 0.66 0.75 382
GABAH KERING GILING 0.89 0.58 0.70 382
GABAH KERING PANEN 0.80 0.57 0.66 382
JAGUNG PIPIL KERING 0.75 0.56 0.64 382
KEDELAI 0.39 0.92 0.55 382

accuracy 0.66 2292
macro avg 0.76 0.66 0.68 2292
weighted avg 0.76 0.66 0.68 2292
```

Gambar 3. Hasil Confusion Matrix

Berdasarkan hasil evaluasi, model menunjukkan performa yang cukup baik. Pada kelas beras medium diperoleh precision sebesar 0.89, recall sebesar 0.68, dan F1-score sebesar 0.77. Pada kelas beras premium diperoleh precision sebesar 0.86, recall sebesar 0.66, dan F1-score sebesar 0.75. Nilai tersebut menunjukkan bahwa model mampu melakukan klasifikasi dengan tingkat ketepatan yang cukup tinggi.

Evaluasi akhir dilakukan menggunakan data uji untuk melihat kemampuan generalisasi model. Hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Akurasi dan Loss Model

Berdasarkan hasil pengujian, model memperoleh nilai loss sebesar 0.8533 dan akurasi sebesar 0.6606. Nilai ini menunjukkan bahwa model mampu mengklasifikasikan harga

beras dengan tingkat ketepatan sekitar 66% dan memiliki performa yang stabil pada data yang bersifat fluktuatif.

4.2 Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan deep learning yang dioptimasi dengan Bayesian Optimization mampu meningkatkan kestabilan model dalam melakukan klasifikasi harga beras. Metode Bayesian Optimization membantu menemukan parameter terbaik secara lebih efisien dibandingkan metode pencarian konvensional, sehingga proses pelatihan menjadi lebih optimal dan menghasilkan performa yang lebih stabil.

Penggunaan Gaussian Process Noise sebagai surrogate model memberikan keuntungan dalam menangani data harga yang memiliki tingkat ketidakpastian tinggi. Data harga komoditas pertanian cenderung bersifat non-linear dan mengandung noise, sehingga penggunaan Gaussian Process membantu menghasilkan model yang lebih stabil dan mengurangi kemungkinan overfitting. Hal ini terlihat pada hasil evaluasi pada Gambar 2 yang menunjukkan bahwa nilai akurasi dan loss relatif stabil antara data pelatihan dan data pengujian.

Selain itu, hasil confusion matrix pada Gambar 1 menunjukkan bahwa model mampu mengklasifikasikan sebagian besar data dengan benar, meskipun masih terdapat kesalahan pada beberapa kelas. Kesalahan ini dapat disebabkan oleh fluktuasi harga yang tinggi serta kemiripan pola data antar kelas, sehingga model mengalami kesulitan dalam membedakan kategori tertentu.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa kombinasi Deep Learning dan Bayesian Optimization mampu meningkatkan performa model pada data yang kompleks. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa Gaussian Process memiliki kemampuan yang baik dalam memodelkan data ekonomi yang tidak stasioner, sehingga sesuai digunakan pada klasifikasi harga komoditas pertanian.

Rekayasa fitur yang dilakukan pada penelitian ini juga berpengaruh terhadap hasil klasifikasi. Penambahan fitur berbasis waktu dan perubahan harga membantu model dalam mengenali pola data yang bersifat time series.

Hal ini menunjukkan bahwa karakteristik data harga beras memiliki ketergantungan temporal yang kuat sehingga memerlukan metode yang mampu menangkap pola tersebut.

Secara keseluruhan, kombinasi Deep Learning, Bayesian Optimization, dan Gaussian Process Noise dapat digunakan sebagai pendekatan yang efektif dalam klasifikasi harga beras di Jawa Timur. Model yang dihasilkan memiliki akurasi yang cukup baik dan stabil terhadap perubahan data, sehingga berpotensi digunakan sebagai dasar dalam pengembangan sistem pendukung keputusan untuk analisis harga komoditas pertanian.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, model klasifikasi harga beras di Jawa Timur menggunakan metode Deep Learning yang dioptimasi dengan Bayesian Optimization berbasis Gaussian Process Noise berhasil dibangun dan mampu melakukan klasifikasi dengan tingkat akurasi sekitar 66% pada data uji. Penggunaan Bayesian Optimization terbukti membantu dalam menemukan parameter optimal secara lebih efisien sehingga menghasilkan model yang lebih stabil pada data yang bersifat non-linear dan mengandung noise tinggi. Kelebihan dari metode yang digunakan adalah mampu meningkatkan kestabilan model dan mengurangi risiko overfitting, namun masih memiliki keterbatasan pada tingkat akurasi yang belum maksimal serta ketergantungan terhadap jumlah dan kualitas data. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan jumlah dataset, menggunakan arsitektur deep learning yang lebih kompleks, serta mengintegrasikan variabel tambahan seperti faktor cuaca, distribusi, dan kebijakan ekonomi agar hasil klasifikasi menjadi lebih akurat dan dapat digunakan secara lebih luas dalam sistem pendukung keputusan pada analisis harga komoditas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada STMIK IKMI Cirebon yang telah memberikan dukungan, fasilitas, dan kesempatan dalam pelaksanaan penelitian ini, serta kepada semua

pihak yang telah membantu sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Tohari, *Komparasi metode Naïve Bayes dan Regresi Logistik untuk klasifikasi produktivitas padi di Jawa Timur*. etheses.uin-malang.ac.id, 2025. [Online]. Available: <http://etheses.uin-malang.ac.id/80263/>
- [2] P. Priyanto, *Prediksi hasil panen padi menggunakan Artificial Neural Network berdasarkan faktor cuaca dan kondisi tanah*. etheses.uin-malang.ac.id, 2025. [Online]. Available: <http://etheses.uin-malang.ac.id/id/eprint/81531>
- [3] P. D. Saputri, "Pemetaan Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur berdasarkan Luas Panen, Produksi, dan Produktivitas Beras," *VIABEL J. Ilm. Ilmu-Ilmu Pertan.*, 2025, [Online]. Available: <https://ejournal.unisbablitar.ac.id/index.php/viabel/article/view/4447>
- [4] M. Y. SUBAGIYO, *PENGARUH HARGA BERAS, LUAS LAHAN, LUAS PANEN, DAN TENAGA KERJAPERTANIAN TERHADAP PRODUKSI PADI DI JAWA TIMUR TAHUN 2015-2023* etd.umy.ac.id, 2026. [Online]. Available: <https://etd.umy.ac.id/id/eprint/79455/>
- [5] K. P. Kirana and R. R. Marlina, "Prediksi Harga Beras di Kota Bandung Menggunakan LSTM dengan Optimasi Adam," 2025.
- [6] H. Azari, D. Hartanti, and A. A. Sari, "Pengelompokan Produksi Padi dan Beras Provinsi Jawa Timur dengan Metode Agglomerative Hierarchical Clustering," 2024.
- [7] M. B. P. Aji, N. Yuliati, and ..., "Analisis Pengadaan dan Pengendalian Persediaan Beras Di Perum Bulog Kantor Wilayah Jawa Timur," *Agridevina Berk.* ..., 2025, [Online]. Available: <http://ejournal.upnjatim.ac.id/index.php/sear/article/view/4695>
- [8] Y. N. Sukmaningtyas, S. Zahara, and ..., "Pemodelan Prediksi Harga Beras Medium Wilayah Jawa Timur Menggunakan Stacked LSTM," ... *Infomasi dan Sains*, 2023, [Online]. Available: <https://ejournal.unim.ac.id/index.php/submit/article/view/3061>
- [9] F. D. Isnaini, Y. V. Via, and ..., "Penerapan Holt-Winters Untuk Peramalan Harga Beras Di Provinsi Jawa Timur Dengan Pendekatan Time Series," *J. Inform. dan ...*, 2024, [Online]. Available: <http://journal.eng.unila.ac.id/index.php/jitet/article/view/4890>
- [10] H. Hozairi, M. Muhsi, and N. H. Putri, "Prediksi Kebutuhan Beras Di Jawa Timur Menggunakan Metode Gated Recurrent Unit (GRU)," *J. Inform. ...*, 2025, [Online]. Available: <https://ejournal.poltekharber.ac.id/index.php/informatika/article/view/8790>
- [11] M. I. Dwiputranti and N. U. Gandara, "Penerapan Metode Silver Meal Heuristik Untuk Optimalisasi Persediaan Beras di Bulog Sub Divre Ciamis," *J. Logistik Bisnis*, 2021, [Online]. Available: <https://ejournal.ulbi.ac.id/index.php/logistik/article/view/1579>
- [12] H. H. Ikhlas, E. H. Cahyono, and S. Windari, "Optimalisasi pengembangan pertanian padi di Kabupaten Jember: pendekatan kolaboratif triple helix dengan metode swot untuk ketahanan pangan berkelanjutan," *J. Agristan*, 2025, [Online]. Available: <https://jurnal.unsil.ac.id/index.php/agristan/article/view/14017>
- [13] M. R. R. Fuadi, N. Y. Setiawan, and B. S. Prakoso, "Prediksi Harga Beras Berbasis Variabilitas Cuaca dan Sentimen Publik Menggunakan LSTM (Studi Kasus: Kota Malang)," ... *Teknol. Inf. dan Ilmu ...*, 2025, [Online]. Available: <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/15816>
- [14] Y. Ulayya, M. Idhom, and I. Diyasa, "Fuzzy Time Series Cheng Optimasi Adaptive Particle Swarm Optimization (APSO) untuk Optimalisasi Prediksi Harga Beras di Kota Surabaya," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu ...*, 2026, [Online]. Available: <https://jtiik.ub.ac.id/index.php/jtiik/article/view/9997>
- [15] M. G. Ramdani and N. A. K. Rifai, "Penerapan Bayesian Dynamic Linear Models untuk Peramalan Harga Komoditas Beras Medium," 2025.