



Prediksi Panen Padi Di Madura Dengan *Triple Exponential Smoothing* (TES) dan Algoritma Genetika

Dina Violina^{1*}, Dinah Nuraini², Devie Rosa Anamisa³, Bain Khusnul Khotimah⁴, Achmad Jauhari⁵, Fifin Ayu Mufarroha⁶

^{1,2,3,4,5,6} Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo Madura, Indonesia

Info Artikel	ABSTRAK
Riwayat Artikel: Diterima : 19 November 2024 Direvisi : 25 November 2024 Diterbitkan : 01 Juni 2025	Dikenalnya Indonesia sebagai negara agraris karena sebagian besar wilayahnya digunakan untuk budidaya pertanian. Dengan keberhasilan panen padi sebesar 34.6 juta ton, Indonesia mampu menduduki peringkat keempat dunia untuk produksi padi. Perannya sebagai sumber utama karbohidrat menjadikan padi banyak dipilih sebagai makanan sehari-hari di dunia, termasuk Indonesia. Khususnya di Madura, seiring bertambahnya jumlah penduduk setiap tahunnya, kebutuhan pangan ikut bertambah. Di sisi lain, produksi padi yang terjadi di Madura setiap tahunnya mengalami fluktuasi. Oleh karena itu, untuk mengatasi permasalahan tersebut pada penelitian ini memanfaatkan teknologi sebagai upaya membantu petani dan pemerintah dalam menangani permasalahan agar tidak terjadi kekurangan. Penelitian ini dirancang dengan menerapkan metode <i>Triple Exponential Smoothing</i> (TES) yang memiliki tiga parameter (α , β , dan γ). Pemilihan parameter sangat berpengaruh pada hasil akurasi, sehingga dalam penelitian ini ditambahkan Algoritma Genetika sebagai metode optimasi yang telah terbukti memberikan hasil yang baik pada beberapa penelitian. Algoritma Genetika pada penelitian ini digunakan untuk mengoptimalkan tiga parameter <i>Triple Exponential Smoothing</i> yang diperoleh hasil MAPE 9.74% dengan rasio data pelatihan 90% dan data pengujian 10%.
Kata Kunci: Prediksi; Padi; Metode; Algoritma Genetika; <i>Triple Exponential Smoothing</i> ;	ABSTRACT <i>Indonesia is known as an agricultural country, because most of its territory is used for agricultural cultivation. With a successful rice harvest of 34.6 million tons, Indonesia is able to rank fourth in the world for rice production. Its role as the main source of carbohydrates makes rice widely chosen as a daily food in the world, including Indonesia. Especially in Madura, as the population increases every year, the need for food also increases. On the other hand, rice production that occurs in Madura fluctuates every year. Therefore, to overcome this problem, this study utilizes technology as an effort to help farmers and the government in dealing with problems so that there is no shortage. This study was designed by implementing the Triple Exponential Smoothing (TES) method which has three parameters (α, β, and γ). The selection of parameters greatly affects the accuracy of the results, so in this study, the Genetic Algorithm was added as an optimization method that has been proven to provide good results in several studies. The Genetic Algorithm in this study is used to optimize the three parameters of TES, resulting in a MAPE results of 9.74% with 90% training data ratio and a 10% testing data ratio</i>
Keywords: <i>Forecasting;</i> <i>Rice;</i> <i>Method;</i> <i>Genetic Algorithm;</i> <i>Triple Exponential Smoothing;</i>	
Penulis Korespondensi: Dina Violina, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Trunojoyo Madura Email: dinnaviolina@gmail.com	This is an open access article under the CC BY-SA license



1. PENDAHULUAN

Wilayah Indonesia sebagai negara agraris yang sebagian wilayahnya dimanfaatkan sebagai lahan pertanian. Indonesia termasuk dalam sepuluh besar produsen tertinggi di Asia. Selain itu, pada periode musim panen 2022/2023, Indonesia menduduki peringkat keempat sebagai negara penghasil produksi padi tertinggi di dunia dengan perolehan hasil panen mencapai 34,6 juta ton. Produksi beras terbesar di Indonesia berasal dari wilayah Jawa Barat, Jawa Timur masing-masing 17%, diikuti oleh Jawa Tengah sebesar 14%, Sulawesi Selatan 6%, dan Sumatera Utara sebesar 5%[1]. Dengan adanya hal tersebut, menunjukkan bahwa kurang lebih 50% padi di Indonesia berasal dari Jawa. Padi mempunyai peran penting dalam peningkatan kesejahteraan masyarakat dan perekonomian. Perannya sebagai makanan pokok, petani Indonesia memilih bertanam padi dibandingkan menanam tumbuh lainnya.

Hasil panen padi yang terdapat di Pulau Madura menunjukkan pola yang tidak stabil. Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh BPS Provinsi Jawa Timur, pada tahun 2023 produksi padi di Madura mengalami fluktuasi bulanan yang signifikan, terutama pada bulan November dan Desember berturut-turut tidak menghasilkan panen. Pertumbuhan penduduk setiap tahun yang terus meningkat, terutama di Pulau Madura. Berdasarkan survey yang dilakukan oleh BPS, Madura menduduki urutan keempat sebagai wilayah dengan pertumbuhan penduduk terbesar di Jawa Timur[2]. Sektor pertanian yang terdapat di Pulau Madura sangat berpotensi untuk meningkatkan produksi tanaman padi. Oleh karena itu, untuk menjaga keseimbangan produksi dengan kebutuhan pangan yang harus dipenuhi agar tidak terjadi kekurangan kebutuhan pokok, perlu dilakukan peramalan hasil panen dengan menggunakan teknologi digital.

Prediksi dapat diartikan sebuah proses untuk memproyeksikan ketidakpastian kejadian yang akan datang dengan memanfaatkan data historis masa lalu sampai data terkini. Tujuannya untuk meminimalkan risiko kesalahan dalam memprediksi[3]. Implementasi prediksi dengan metode *machine learning* tersebut masih banyak didapatkan hasil yang kurang akurat. Pada penelitian ini atribut data yang akan digunakan adalah luas panen, produktivitas, dan hasil panen. Produksi atau hasil panen tergantung pada berapa luas panen yang diperoleh pada panen tersebut[4]. Berbagai metode telah dikembangkan untuk melakukan peramalan, salah satunya adalah *Triple Exponential Smoothing* (TES). Pendekatan TES mampu menangani pola data tren dan musiman, sehingga cocok digunakan untuk memprediksi hasil panen. TES sebagai bagian dari metode *exponential smoothing*, menjadi pendekatan yang paling lengkap untuk pola data yang seperti ini. Namun, dalam perhitungannya dengan melibatkan tiga komponen utama, yaitu level, tren, dan musiman atau yang biasa disebut parameter (α, β, γ) menjadi hal yang sangat berpengaruh pada hasil akurasi yang dihasilkan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, ditambahkan algoritma untuk optimasi parameter dengan menggunakan Algoritma Genetika.

Penelitian yang pernah dilakukan untuk meramalkan penjualan produk olahan daging ayam dengan membandingkan tiga metode yang terdapat pada *exponential smoothing*, diperoleh hasil terbaik menggunakan TES dengan hasil MAPE terkecil[5]. Penelitian yang telah dilakukan untuk meramalkan nilai ekspor dengan *Double Exponential Smoothing* (DES) dan TES dengan menggunakan teknik optimasi guna mengoptimalkan penentuan parameter. Kemudian, hasil dari parameter yang digunakan dievaluasi menggunakan MAPE dan nilai MAPE terendah diperoleh penggunaan metode TES dengan α 0.829, β 0.080, dan γ 0.527[6]. Beberapa penelitian yang menggunakan Algoritma Genetika sebagai teknik optimasi memperoleh hasil akurasi yang lebih baik seperti yang pernah dilakukan untuk memprediksi hunian pada penelitian tahun 2022 memperoleh kenaikan akurasi yang tinggi[7]. Selain itu, perbandingan Teknik optimasi PSO dan Algoritma Genetika pada penelitian yang pernah dilakukan Esmaeel, dkk. untuk prediksi kerentanan banjir memperoleh hasil terbaik dengan mengkombinasikan Teknik optimasi Algoritma Genetika[8].

Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan hasil evaluasi MAPE pada prediksi dengan menggunakan pendekatan TES dan pendekatan TES dengan optimasi Algoritma Genetika untuk memprediksi perolehan hasil panen padi pada data hasil panen tahun 2018 sampai 2023. Dengan pengembangan sistem prediksi menggunakan metode TES-GA, diharapkan diperoleh hasil akurasi prediksi terbaik agar dapat membantu upaya pemerintah dalam mengeluarkan keputusan maupun kebijakan dengan tepat dan efisien untuk periode waktu panen selanjutnya sebagai langkah untuk menangani penurunan hasil panen padi.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, di mana hasil pengujian dilakukan untuk memprediksi hasil panen padi menggunakan data berupa angka atau numerik. Objek penelitian ini merupakan data hasil panen yang terdiri dari atribut tahun, luas lahan, produksi, dan produktivitas. Sedangkan, subjek penelitian ini adalah data hasil panen padi yang diperoleh dari Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kabupaten Pamekasan dan Kabupaten Bangkalan. Berikut adalah tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini:

2.1 Studi Literatur

Tahapan penelitian ini dimulai dengan mempelajari beberapa jurnal yang telah dilakukan penelitian sebelumnya. Kemudian, dari kegiatan studi literatur didapatkan sebuah permasalahan urgensi yang banyak terjadi di daerah Madura terkait pemenuhan kebutuhan pokok Masyarakat. Penulis mempelajari metode *Triple Exponential Smoothing* dan teknik optimasi Algoritma Genetika untuk memprediksi perolehan hasil panen padi dari buku dan jurnal penelitian sebelumnya.

2.2 Pengumpulan Data

Tahapan selanjutnya adalah mengumpulkan data yang menjadi subjek dalam penelitian ini. Penelitian ini menggunakan data hasil panen padi tahun 2018-2023. Data tersebut terdiri dari 18 kecamatan yang terdapat di Kabupaten Bangkalan dan 13 kecamatan yang terdapat di Kabupaten Pamekasan dengan total sebanyak 155 data dari kedua kabupaten tersebut. Data dalam penelitian ini termasuk data sekunder yang diperoleh dari Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan dari Kabupaten Pamekasan serta Kabupaten Bangkalan. Beberapa data yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Dataset Hasil Panen Padi

No	Tahun	Luas panen	Produktivitas	Hasil
1	2018	1606	60.01606476	9638.58
2	2018	862	63.9837587	5515.4
3	2018	1735	60.12103746	10,431
4	2018	2462	58.63842405	14436.78
5	2018	3151	59.13798794	18634.38

2.3 Preprocessing Data

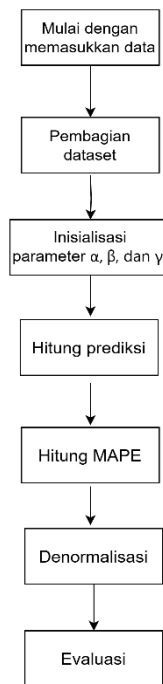
Tahapan *preprocessing* data dengan mengidentifikasi nilai kosong yang terdapat pada data dan melakukan normalisasi data. Normalisasi pada penelitian ini menggunakan Min-Max yang merupakan teknik transformasi linier data dengan merubah data asli menjadi berada dalam rentang 0 sampai 1. Sehingga, hasil nilai sebelum dan setelah proses ini tetap seimbang. Normalisasi ini banyak digunakan dalam penelitian sebelumnya dengan hasil yang lebih baik[9]. Berikut rumus yang digunakan:

$$X_{new} = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (1)$$

Penjelasan dari rumus diatas adalah nilai X yang akan dilakukan normalisasi dikurangi dengan nilai minimal(X_{min}) pada dataset dan dibagi dengan selisih nilai maksimum(X_{max}) dan minimum pada dataset.

2.4 Triple Exponential Smoothing (TES)

TES merupakan metode yang dirancang untuk mengolah data yang memiliki pola tren dan musiman menggunakan tiga komponen utama yaitu: stasioner, tren, dan musiman(seasonal) dengan tiga parameter α (level), β (tren), dan γ (musiman). TES memungkinkan model menangkap pola fluktuasi yang kompleks, sehingga metode ini sering dijadikan pilihan untuk meramalkan data dengan tren dan musiman berulang, seperti penjualan produk dan hasil panen[10].



Gambar 1. Diagram *Triple Exponential Smoothing* Untuk Prediksi Hasil Panen

Pada Gambar 1 menunjukkan tahapan dalam prediksi menggunakan metode *Triple Exponential Smoothing* yang dimulai dari memasukkan dataset, kemudian menginisialisasi parameter. Setelah itu, melakukan permodelan dengan pada data training dan data testing menggunakan persamaan 2-4. Dllanjutkan menghitung prediksi, kesalahan prediksi atau MAPE, dan denormalisasi untuk mengembalikan hasil prediksi menjadi bilangan ril.

Persamaan pada metode TES terdapat tiga komponen utama, yaitu:

- **Level**

$$L_t = \alpha \times \left(\frac{y_t}{S_{t-s}} \right) + (1 - \alpha) \times (L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (2)$$

Dimana nilai y_t sebagai data aktual pada periode t , S_{t-s} sebagai faktor musiman, dan α yang telah ditentukan sebelumnya.

- **Tren**

$$T_t = T_t = \beta \times (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) \times T_{t-1} \quad (3)$$

Untuk mengukur kecepatan perubahan tren, dihitung dengan parameter beta dikalikan dengan selisih nilai level yang terjadi sekarang (L_t) dan level sebelumnya (L_{t-1}).

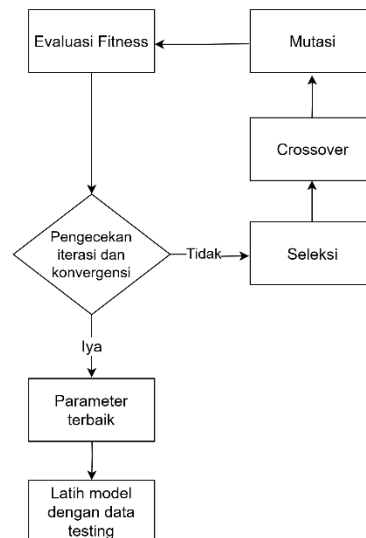
- **Musiman**

$$S_t = \gamma \times \left(\frac{Y_t}{L_t} \right) + (1 - \gamma) \times S_{t-s} \quad (4)$$

Menghitung nilai musiman S_t dilakukan dengan nilai gamma, data ke -n (Y_t), level ke-n (L_t) dan dikalikan data musiman periode sebelumnya (S_{t-s}).

2.5 Algoritma Genetika

Algoritma Genetika merupakan bagian dari algoritma yang dapat memecahkan berbagai masalah dengan siklus bertahap seperti siklus hidup yang terdapat di alam, penerapan algoritma ini pada optimasi parameter yang kompleks[11]. Algoritma ini pertama kali dikembangkan oleh John Holland seorang mahasiswa Universitas Michigan pada tahun 1975. Tahapan yang dilakukan disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Algoritma Genetika Untuk Optimasi Parameter TES

1. Evaluasi Fitness

Melakukan evaluasi fitness yang telah diperoleh sebelumnya pada perhitungan nilai MAPE pada metode *Triple Exponential Smoothing*(TES). Hasil MAPE yang rendah akan memperoleh nilai *fitness* yang tinggi, hal ini menunjukkan solusi yang dihasilkan optimal dan berpotensi untuk dipilih beberapa kali.

2. Seleksi

Seleksi merupakan tahapan memilih individu terbaik yang ditandai dengan nilai fitness tinggi berpotensi dilanjutkan ke proses *crossover*. Metode seleksi *roulette wheel* digunakan dalam penelitian ini yang digambarkan seperti roda sebelum melakukan persilangan atau *crossover*. Dipilihnya metode seleksi tersebut untuk memaksimalkan persilangan semua individu agar tidak terdapat kesalahan pemilihan persilangan yang mengakibatkan tidak optimalnya hasil optimasi [12].

3. Crossover

Tahapan ini menggabungkan dua individu agar menjadi individu baru. Pemilihan nilai P_c yang besar akan mempercepat pembentukan individu baru pada populasi yang dibangkitkan[13]. Proses *crossover* tidak dilakukan ketika nilai random yang dibangkitkan memiliki nilai lebih besar dari P_c .

4. Mutasi

Dalam mutasi menentukan probabilitas mutasi (P_m) dengan nilai yang lebih rendah dari probabilitas *crossover* (P_c).

5. Pengecekan konvergensi

Tahapan setelah mutasi, dilakukan pengecekan apakah sudah memenuhi generasi yang ditetapkan atau belum. Jika sudah memenuhi, maka parameter terbaik diambil dengan nilai *fitness* yang mendekati 1. Jika belum terpenuhi maka dilakukan perhitungan ulang dari TES. Tahapan terakhir setelah diperoleh parameter terbaik, dilanjutkan dengan memprediksi hasil panen pada data testing dan evaluasi error.

2.6 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

MAPE merupakan evaluasi error yang penggunaannya untuk mengetahui kesalahan hasil prediksi dengan hasil persentase. Semakin kecil nilai MAPE menunjukkan hasil akurasi yang lebih akurat. Rumus MAPE:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{Y_i - F_i}{Y_i} \right| \times 100\% \quad (5)$$

Rumus dari MAPE yaitu membagi dari n jumlah observasi, nilai prediksi F_i , nilai aktual Y_i . Hasil nilai MAPE terdapat beberapa kategori yang dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 2. Kategori Nilai MAPE

Hasil	Kategori
0 % - 10%	Sangat baik
10% - 20%	Baik
20% - 50%	Layak
50%-100%	Buruk
> 100%	Sangat buruk

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1 Hasil Prediksi TES dan TES-Algoritma Genetika

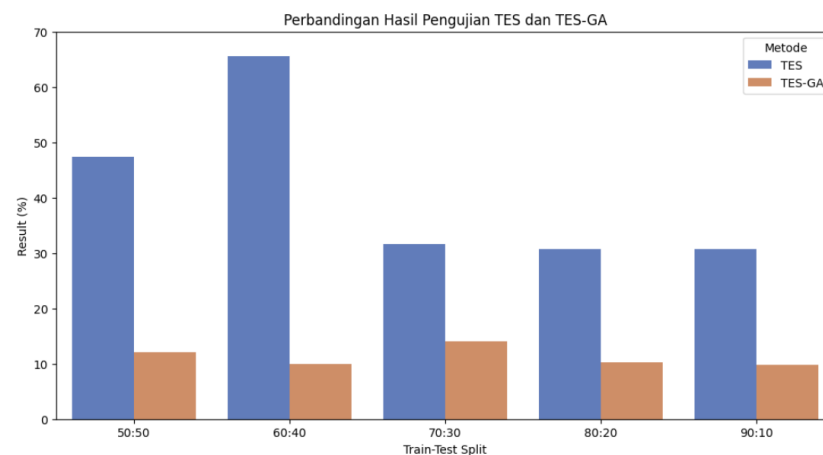
Prediksi menggunakan metode TES tanpa optimasi dan metode TES dengan teknik optimasi Algoritma Genetika dengan rentang parameter masing-masing secara acak dalam Batasan nilai parameter 0-1 dan rasio yang telah ditentukan. Dengan *seasonal period* maksimal 12 karena data yang dimanfaatkan dalam penelitian ini merupakan data tahunan. Hasil pengujian didapatkan nilai MAPE yang dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil Prediksi

Metode	Parameter			Rasio	MAPE
	α	β	γ		
TES	0.5	0.3	0.1	50:50	47.34%
	0.9	0.7	0.1	60:40	65.53%
	0.1	0.1	0.9	70:30	31.68%
	0.1	0.3	0.5	80:20	30.65%
	0.1	0.3	0.9	90:10	30.73%
TES-GA	0.09	0.2	0.8	50:50	12.06%
	0.5	0.8	0.11	60:40	9.90%
	0.2	0.6	0.11	70:30	14.06%
	0.5	0.9	0.1	80:20	10.25%
	0.1	0.3	0.5	90:10	9.74%

Kombinasi metode TES-Algoritma Genetika menunjukkan peningkatan hasil akurasi kinerja yang tinggi. Sehingga, penggunaan optimasi ini membantu menentukan parameter yang optimal untuk prediksi.

3.2 Perbandingan Kinerja TES dan TES-Algoritma Genetika

**Gambar 3. Grafik Perbandingan TES dan TES-GA**

Kinerja yang diperoleh metode TES dan TES dengan Algoritma Genetika didapatkan hasil yang lebih akurat dengan penggunaan teknik optimasi. Penerapan Algoritma Genetika dengan TES menghasilkan MAPE yang lebih rendah seperti yang disajikan pada Tabel 2. Hasil MAPE yang rendah menunjukkan model prediksi yang mendekati ketepatan. Hasil pengujian juga berada pada angka $< 10\%$ seperti yang disajikan pada Tabel 1. Berikut adalah visualisasi perbandingan berdasarkan hasil prediksi pada Gambar 3 yang menunjukkan untuk warna biru hasil pengujian dengan TES dan grafik warna oranye hasil pengujian TES dengan Algoritma Genetika.

3.3 Pengaruh Probabilitas Crossover dan Mutasi

Pengujian nilai *Probabilitas Crossover* (Pc) dan *Probabilitas Mutasi* (Pm) menggunakan kombinasi 0.8 dan 0.2, kemudian 0.5 dan 0.1 dipilih karena dalam pengujian yang pernah dilakukan oleh Sharmila, et al memperoleh kombinasi terbaik pada pemilihan Pc 0.8 dan Pm 0.2[12],[14]. Pengujian probabilitas ini bertujuan untuk mengetahui kombinasi terbaik pada Pc dan Pm.

Tabel 4. Hasil Prediksi Kombinasi Probabilitas

Rasio	Probabilitas Crossover (Pc)	Probabilitas Mutasi (Pm)	MAPE (%)
50:50	0.8	0.2	12.06%
	0.5	0.1	11.76%
60:40	0.8	0.2	9.90%
	0.5	0.1	10.77%
70:30	0.8	0.2	10.16%
	0.5	0.1	14.06%
80:20	0.8	0.2	10.25%
	0.5	0.1	12.27%
90:10	0.8	0.2	11.19%
	0.5	0.1	9.74%

3.4 Analisis Hasil MAPE

Pengujian yang dilakukan selain pemilihan parameter, pembagian data menjadi dua bagian, yaitu menjadi data training dan data testing juga menjadi hal penting dalam menghasilkan akurasi yang baik. Dalam penelitian ini, dilakukan pengujian lima rasio data untuk melihat pengaruh pembagian rasio data terhadap hasil prediksi (50:50, 60:40, 70:30, 80:20, 90:10). Pengujian pada rasio 50:50 memperoleh hasil MAPE 11.76%. Sementara itu, pengujian rasio 60:40 memperoleh hasil terbaik 9.90% pada Pc 0.8 dan Pm 0.2. Untuk rasio 70:30 memperoleh hasil terbaik pada Pc 0.8 dan Pm 0.2, rasio 80:20 hasil terbaik diperoleh pada pengujian Pc dan Pm pertama, dan pengujian rasio 90:10 memperoleh hasil akurasi terbaik dengan nilai MAPE paling rendah 9.74% pada Pc 0.5 dan Pm 0.1.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa prediksi hasil panen padi di Madura dengan metode *Triple Exponential Smoothing* (TES) yang dioptimalkan dengan Algoritma Genetika sebagai teknik optimasi memperoleh penurunan MAPE yang berarti hasil akurasi semakin meningkat dengan menggunakan teknik optimasi. Dari pengujian pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pemilihan probabilitas crossover (Pc) dan probabilitas mutasi (Pm) memberikan hasil optimal pada 0.5 dan 0.1 dengan kombinasi parameter $\alpha = 0.1$, $\beta = 0.3$, dan $\gamma = 0.5$. Hasil pengujian menunjukkan MAPE terbaik diperoleh sebesar 9.74 % dengan rasio 90:10, sehingga pengujian hasil prediksi panen padi dengan metode ini memperoleh hasil yang akurat.

4.2 SARAN

Saran bagi penelitian mendatang, disarankan untuk mencoba lebih banyak kombinasi *Probabilitas Crossover* dan *Probabilitas Mutasi* agar diperoleh kombinasi lebih luas jika menggunakan teknik optimasi

Algoritma Genetika dan mencoba mempertimbangkan untuk menggabungkan metode TES dengan metode optimasi lainnya untuk melakukan prediksi.

REFERENSI

- [1] IIP M Aditya, "10 Negara Penghasil Beras Terbesar di Asia," GoodStats. Accessed: Sep. 06, 2024. [Online]. Available: [https://data.goodstats.id/statistic/10-negara-penghasil-beras-terbesar-di-asia-Kbl3y#:~:text=Adapun%20Indonesia%20menjadi%20produsen%20beras,dan%20Sumatra%20Utara%20\(5%25\).](https://data.goodstats.id/statistic/10-negara-penghasil-beras-terbesar-di-asia-Kbl3y#:~:text=Adapun%20Indonesia%20menjadi%20produsen%20beras,dan%20Sumatra%20Utara%20(5%25).)
- [2] Badan Pusat Statistik, "Produksi Padi dan Beras Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur, 2021 dan 2022." Accessed: Sep. 12, 2024. [Online]. Available: <https://jatim.bps.go.id/id/statistics-table/1/MjUyMyMx/produksi-padi-dan-berasmenurut-kabupaten-kota-di-provinsi-jawa-timur-2021-dan2022.html>
- [3] H. W. Herwanto, T. Widiyaningtyas, and P. Indriana, "Penerapan Algoritme Linear Regression untuk Prediksi Hasil Panen Tanaman Padi," 2019.
- [4] I. G. A. B. Pradnyawati and W. Cipta, "Pengaruh Luas Lahan, Modal dan Jumlah Produksi Terhadap Pendapatan Petani Sayur di Kecamatan Baturiti," *Ekuitas: Jurnal Pendidikan Ekonomi*, vol. 9, no. 1, p. 93, Jun. 2021, doi: 10.23887/ekuitas.v9i1.27562.
- [5] D. Romaita, F. A. Bachtar, and M. T. Furqon, "Perbandingan Metode Exponential Smoothing Untuk Peramalan Penjualan Produk Olahan Daging Ayam Kampung (Studi Kasus: Ayam Goreng Mama Arka)," 2019. [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [6] N. Andriani, S. Wahyuningsih, and M. Siringoringo, "Application of Double Exponential Smoothing Holt and Triple Exponential Smoothing Holt-Winter with Golden Section Optimization to Forecast Export Value of East Borneo Province," *Jurnal Matematika, Statistika dan Komputasi*, vol. 18, no. 3, pp. 475–483, May 2022, doi: 10.20956/j.v18i3.17492.
- [7] N. T. Surajudeen-Bakinde, F. O. Ehiagwina, A. S. Afolabi, and A. M. Usman, S, vol. 54, no. 6, pp. 1077–1100, Nov. 2022, doi: 10.5614/j.eng.technol.sci.2022.54.6.1.
- [8] M. P. F. R. S. L. D. T. B. C.-W. L. B. P. Esmaeel Dodangeh, "Novel hybrid intelligence models for flood-susceptibility prediction: Meta optimization of the GMDH and SVR models with the genetic algorithm and harmony search," *J Hydrol (Amst)*, vol. 590, no. 125423, Nov. 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.125423>.
- [9] S. Pratista, A. Nazir, I. Iskandar, E. Budianita, and I. Afrianty, "Perbandingan Teknik Prediksi Pemakaian Obat Menggunakan Algoritma Simple Linear Regression dan Support Vector Regression," *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, vol. 5, no. 2, Sep. 2023, doi: 10.47065/bits.v5i2.4260.
- [10] V. Fitria and S. Anwar, "PENERAPAN TRIPLE EXPONENTIAL SMOOTHING DALAM MERAMALKAN LAJU INFLASI BULANAN PROVINSI ACEH TAHUN 2019 - 2020," *E-Jurnal Ekonomi dan Bisnis Universitas Udayana*, Jan. 2020, doi: 10.24843/EEB.2020.v09.i01.p02.
- [11] J. Barnat, O. Přibyl, M. Vild, M. Šmak, A. Rubina, and M. Bajer, "Calibration of models predicting the load-bearing capacity of bonded anchors using a genetic algorithm," *Case Studies in Construction Materials*, vol. 20, Jul. 2024, doi: 10.1016/j.cscm.2024.e03252.
- [12] R. B. Sharmila, N. R. Velaga, and A. Kumar, "SVM-based hybrid approach for corridor-level travel-time estimation," *IET Intelligent Transport Systems*, vol. 13, no. 9, pp. 1429–1439, Sep. 2019, doi: 10.1049/iet-its.2018.5069.
- [13] Y. Sari, M. Alkaff, S. Soraya, and D. P. Kartikasari, "OPTIMASI PENJADWALAN MATA KULIAH MENGGUNAKAN METODE ALGORITMA GENETIKA DENGAN TEKNIK TOURNAMENT SELECTION," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, vol. 6, no. 1, pp. 85–92, Feb. 2019, doi: 10.25126/jtiik.201961262.
- [14] M. Karmelia Fajarlestari and I. Boli Suban, "Kombinasi Crossover dan Mutasi Terbaik pada Algoritma Genetika dalam Penjadwalan Mata Kuliah The Best Combination of Crossover and Mutation in Genetic Algorithms for Course Scheduling," 20