



Simulasi Prediksi Penjualan Harian Menggunakan Metode Monte Carlo pada Usaha Roti Skala UMKM

Rika Romatona^{1✉}, Sabikah Nur Naylah¹, Baitul Maharani Lubis¹, Tika Gajah¹, Yuhani¹, Bidara Jelita Maha¹, Erza Arkan Zharif¹

⁽¹⁾Universitas Al – Azhar, Medan, Sumatera Utara, Indonesia

DOI: 10.31004/jutin.v9i1.55835

✉ Corresponding author:
[rikaromatonaaa@gmail.com]

Article Info	Abstrak
<i>Kata kunci:</i> <i>Simulasi Monte Carlo;</i> <i>Prediksi Penjualan UMKM;</i> <i>Manajemen Produksi;</i> <i>Analisis Risiko</i>	Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode simulasi Monte Carlo dalam memprediksi penjualan harian pada usaha roti skala UMKM guna mendukung perencanaan produksi berbasis risiko. Data yang digunakan berupa data historis penjualan harian yang diolah untuk memperoleh parameter statistik berupa rata-rata dan standar deviasi. Berdasarkan analisis, permintaan harian mengikuti distribusi normal dengan rata-rata 151,73 unit. Simulasi Monte Carlo dilakukan sebanyak 10.000 iterasi untuk mengestimasi distribusi keuntungan dan tingkat risiko. Hasil menunjukkan rata-rata keuntungan harian sebesar Rp 199.029 dengan nilai Value at Risk (VaR) 95% sebesar Rp 99.952. Selain itu, terdapat hubungan positif antara permintaan dan keuntungan dengan koefisien korelasi 0,629. Temuan ini menunjukkan bahwa metode Monte Carlo efektif dalam memodelkan ketidakpastian permintaan serta membantu pengambilan keputusan produksi yang lebih optimal dan efisien pada UMKM.
<i>Keywords:</i> <i>Monte Carlo Simulation;</i> <i>Sales Prediction;</i> <i>Micro and Small Enterprises;</i> <i>Production Planning;</i> <i>Risk Analysis;</i>	Abstract <i>This study aims to apply the Monte Carlo simulation method to predict daily sales in a small-scale bakery enterprise to support risk-based production planning. The data used consisted of historical daily sales records analyzed to obtain statistical parameters, including mean and standard deviation. The results indicate that daily demand follows a normal distribution with an average of 151.73 units. A Monte Carlo simulation with 10,000 iterations was conducted to estimate the distribution of daily profit and associated risk levels. The findings show an average daily profit of IDR 199,029 with a 95% Value at Risk (VaR) of IDR 99,952. Furthermore, a positive correlation of 0.629 was identified between demand and profit. These results demonstrate that the Monte Carlo method is effective in modeling demand uncertainty and supporting more optimal and efficient production decision-making in micro and small enterprises.</i>

1. PENDAHULUAN

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) memiliki peran strategis dalam mendukung pertumbuhan ekonomi nasional, khususnya dalam sektor pangan dan industri rumahan. Salah satu karakteristik utama UMKM di bidang makanan, termasuk usaha roti, adalah tingginya tingkat ketidakpastian permintaan harian (Taneja et al., 2025). Fluktuasi jumlah penjualan sering kali dipengaruhi oleh faktor musiman, hari dalam minggu, kondisi cuaca, serta perilaku konsumen. Ketidakpastian tersebut dapat menimbulkan permasalahan operasional berupa kelebihan produksi yang berujung pada pemborosan, maupun kekurangan produksi yang menyebabkan kehilangan potensi pendapatan (N. Zhang et al., 2026).

Produk roti termasuk kategori *perishable goods*, yaitu barang yang memiliki masa simpan relatif singkat. Kondisi ini menuntut pelaku usaha untuk melakukan perencanaan produksi secara lebih akurat agar dapat menyeimbangkan antara tingkat permintaan dan jumlah produksi (Liu et al., 2026). Perencanaan yang tidak berbasis pada analisis kuantitatif umumnya hanya mengandalkan pengalaman atau intuisi pemilik usaha, sehingga rentan terhadap kesalahan prediksi (Fierce et al., 2024).

Dalam konteks manajemen operasi dan peramalan permintaan, pendekatan berbasis probabilitas dinilai lebih mampu menangkap unsur ketidakpastian dibandingkan metode deterministik konvensional (Brilon et al., 2023). Salah satu metode yang banyak digunakan untuk memodelkan variabilitas permintaan adalah simulasi Monte Carlo. Metode ini bekerja dengan menghasilkan sejumlah besar angka acak berdasarkan distribusi probabilitas yang diturunkan dari data historis, sehingga memungkinkan estimasi rentang nilai yang mungkin terjadi pada periode mendatang (Schilling et al., 2026). Berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa simulasi Monte Carlo efektif dalam membantu pengambilan keputusan pada sektor retail dan industri kecil, khususnya dalam perencanaan persediaan dan pengelolaan risiko permintaan. Pendekatan ini tidak hanya menghasilkan nilai prediksi rata-rata, tetapi juga memberikan informasi mengenai tingkat variasi serta interval kepercayaan, sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam menentukan jumlah produksi yang lebih rasional (K.-Q. Li et al., 2026).

Meskipun metode Monte Carlo telah banyak diterapkan dalam skala industri besar, penerapannya pada UMKM, khususnya usaha roti skala kecil, masih relatif terbatas. Padahal, karakteristik permintaan harian pada usaha roti sangat sesuai untuk dimodelkan menggunakan pendekatan stokastik (Rajagopal et al., 2022). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode simulasi Monte Carlo dalam memprediksi penjualan harian pada UMKM roti berdasarkan data historis penjualan. Hasil simulasi diharapkan dapat memberikan rekomendasi jumlah produksi optimal serta meminimalkan risiko overproduction dan kekurangan stok. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis bagi pelaku UMKM dalam meningkatkan efisiensi operasional, serta kontribusi akademik dalam pengembangan penerapan metode simulasi probabilitas pada sektor usaha mikro dan kecil (Ghezal & Alzeley, 2024; Špetlík et al., 2024).

2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode simulasi Monte Carlo untuk memprediksi penjualan harian pada UMKM roti. Data yang digunakan berupa data historis penjualan harian yang diperoleh dalam format Excel. Tahapan penelitian dimulai dengan analisis statistik deskriptif untuk menghitung rata-rata dan standar deviasi permintaan. Berdasarkan hasil tersebut, permintaan diasumsikan mengikuti distribusi normal (Ma et al., 2026).

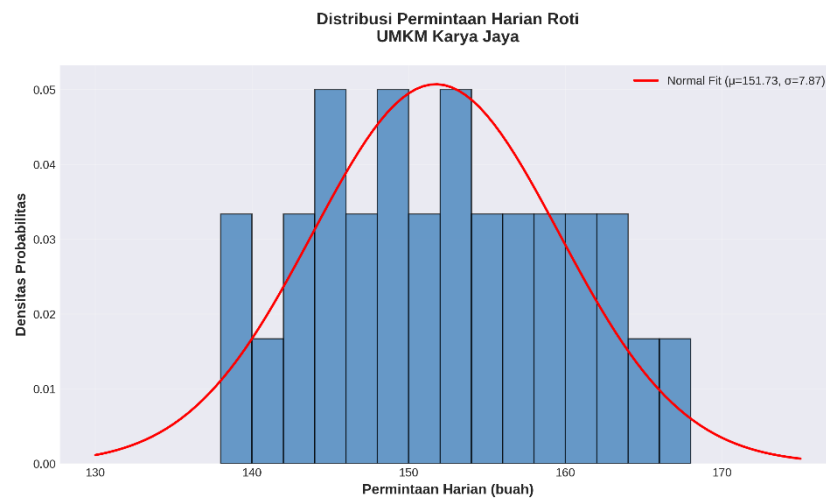
Selanjutnya dilakukan simulasi Monte Carlo sebanyak 10.000 iterasi untuk menghasilkan nilai permintaan acak yang merepresentasikan ketidakpastian di masa mendatang. Hasil simulasi digunakan untuk menghitung estimasi keuntungan, nilai rata-rata, serta tingkat risiko menggunakan pendekatan Value at Risk (VaR) 95%. Selain itu, dilakukan analisis korelasi dan regresi linier untuk mengidentifikasi hubungan antara permintaan dan keuntungan. Seluruh proses analisis dilakukan menggunakan perangkat komputasi statistik untuk memastikan akurasi hasil (Khan et al., 2025).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data historis penjualan harian UMKM Karya Jaya, diperoleh distribusi permintaan yang cenderung mengikuti pola distribusi normal. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa rata-rata permintaan harian sebesar 151,73 buah dengan standar deviasi sebesar 7,87 buah. Bentuk histogram yang relatif simetris mengindikasikan bahwa fluktuasi permintaan berada dalam rentang yang stabil tanpa penyimpangan ekstrem.

Kondisi ini mendukung penggunaan pendekatan distribusi normal sebagai dasar dalam simulasi Monte Carlo, karena asumsi normalitas cukup representatif untuk menggambarkan variasi permintaan harian pada usaha roti skala UMKM. Dalam konteks pemodelan matematis dan sistem rekayasa produksi, distribusi normal sering digunakan untuk merepresentasikan ketidakpastian permintaan yang bersifat kontinu. Variabilitas sebesar ± 8 buah dari nilai rata-rata menunjukkan bahwa meskipun pola penjualan relatif stabil, tetap terdapat risiko kelebihan atau kekurangan produksi apabila perencanaan hanya didasarkan pada intuisi atau pengalaman. Oleh karena itu, pendekatan simulasi diperlukan untuk memperoleh estimasi yang lebih komprehensif terhadap kemungkinan variasi permintaan di masa mendatang (J. Li et al., 2025).

Gambar pertama menunjukkan distribusi permintaan harian roti pada UMKM Karya Jaya berdasarkan data historis. Histogram memperlihatkan bahwa frekuensi permintaan terkonsentrasi di sekitar nilai rata-rata 151,73 buah dengan standar deviasi sebesar 7,87 buah. Kurva normal yang ditumpangkan pada histogram memperlihatkan kecocokan yang cukup baik antara data empiris dan distribusi teoritis.



Gambar 1. Distribusi permintaan harian

Hal ini mengindikasikan bahwa pola permintaan harian cenderung mengikuti distribusi normal dengan variasi yang relatif terkendali. Secara operasional, kondisi ini menunjukkan bahwa fluktuasi permintaan tidak bersifat ekstrem dan masih berada dalam rentang yang dapat diprediksi. Kesesuaian distribusi ini menjadi dasar yang kuat dalam penerapan simulasi Monte Carlo, karena metode tersebut memerlukan asumsi distribusi probabilitas untuk menghasilkan bilangan acak yang merepresentasikan ketidakpastian permintaan di masa mendatang (Huang et al., 2026).

Tabel 1. Ringkasan Hasil Analisis Statistik dan Simulasi Monte Carlo

Komponen Analisis	Parameter	Nilai	Interpretasi Singkat
Statistik Permintaan	Rata-rata (μ)	151,73 unit	Permintaan harian berada pada tingkat stabil
	Standar Deviasi (σ)	7,87 unit	Variasi permintaan relatif kecil
	Distribusi Asumsi	Normal	Layak digunakan dalam simulasi Monte Carlo
Simulasi Keuntungan (10.000 Iterasi)	Rata-rata Keuntungan	Rp 199.029	Estimasi keuntungan ekspektasi harian
	Median Keuntungan	Rp 202.988	Distribusi keuntungan relatif simetris
	Value at Risk (95%)	Rp 99.952	Batas risiko bawah keuntungan
Analisis Hubungan Variabel	Koefisien Korelasi (r)	0,629	Hubungan positif sedang-kuat
	Persamaan Regresi	$y = 2282x - 146.989$	Tambahan $\pm$ Rp 2.282 per 1 unit permintaan
Rekomendasi Produksi	Rentang Optimal	136–167 unit/hari	Meminimalkan risiko overproduction & stockout

Tabel ringkasan hasil analisis menunjukkan bahwa permintaan harian roti memiliki rata-rata sebesar 151,73 unit dengan standar deviasi 7,87 unit. Nilai variasi yang relatif kecil dibandingkan rata-ratanya mengindikasikan bahwa pola permintaan tergolong stabil dan tidak mengalami fluktuasi ekstrem. Hal ini memperkuat asumsi penggunaan distribusi normal sebagai dasar dalam simulasi Monte Carlo (Wu et al., 2025).

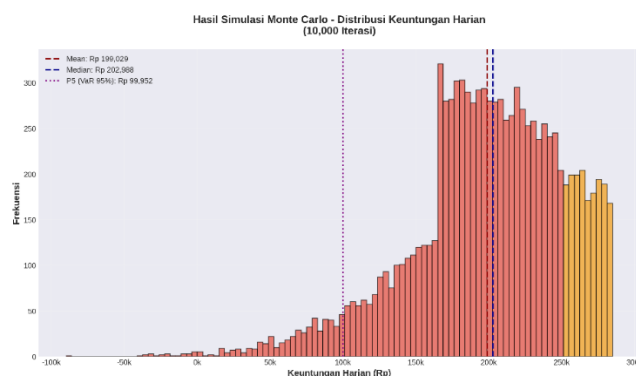
Pada bagian simulasi keuntungan, hasil 10.000 iterasi menunjukkan rata-rata keuntungan harian sebesar Rp 199.029 dengan median Rp 202.988. Kedekatan antara kedua nilai tersebut menunjukkan distribusi keuntungan

yang relatif simetris. Nilai Value at Risk (VaR) 95% sebesar Rp 99.952 menunjukkan bahwa dalam 95% kemungkinan kondisi yang disimulasikan, keuntungan tidak akan berada di bawah batas tersebut. Artinya, tingkat risiko finansial usaha masih dalam kategori terkendali.

Analisis hubungan antara permintaan dan keuntungan menghasilkan koefisien korelasi sebesar 0,629 yang menunjukkan hubungan positif dengan kekuatan sedang hingga kuat. Persamaan regresi menunjukkan bahwa setiap peningkatan satu unit permintaan berpotensi meningkatkan keuntungan sekitar Rp 2.282, meskipun tetap dipengaruhi oleh biaya produksi. Berdasarkan keseluruhan hasil tersebut, rentang produksi optimal 136–167 unit per hari direkomendasikan sebagai strategi untuk menyeimbangkan risiko kelebihan dan kekurangan produksi. Simulasi Monte Carlo dilakukan sebanyak 10.000 iterasi untuk menghasilkan estimasi distribusi keuntungan harian. Hasil simulasi menunjukkan bahwa rata-rata keuntungan yang diperoleh sebesar Rp 199.029, dengan nilai median sebesar Rp 202.988. Perbedaan kecil antara mean dan median menunjukkan bahwa distribusi keuntungan relatif simetris, meskipun terdapat sedikit kecenderungan ke arah nilai keuntungan yang lebih tinggi pada kondisi permintaan optimal. Selain itu, diperoleh nilai persentil ke-5 (Value at Risk 95%) sebesar Rp 99.952. Nilai ini menunjukkan bahwa dalam 95% kemungkinan kondisi yang disimulasikan, keuntungan harian tidak akan berada di bawah Rp 99.952. Dengan kata lain, risiko kerugian ekstrem relatif kecil selama produksi tetap berada dalam rentang yang wajar berdasarkan distribusi permintaan (Epicoco & Massaro, 2025).

Pendekatan Monte Carlo dalam penelitian ini berfungsi sebagai alat analisis risiko berbasis probabilitas yang mampu memberikan gambaran tidak hanya terhadap nilai ekspektasi keuntungan, tetapi juga terhadap rentang ketidakpastian dan batas risiko terburuk yang mungkin terjadi. Dalam perspektif engineering decision support system, hasil simulasi ini dapat dijadikan dasar dalam menentukan kebijakan produksi yang lebih rasional dan berbasis data (Fenneteau et al., 2025).

Gambar kedua menyajikan hasil simulasi Monte Carlo terhadap distribusi keuntungan harian berdasarkan 10.000 iterasi. Histogram memperlihatkan sebaran keuntungan yang relatif mendekati distribusi normal, dengan rata-rata sebesar Rp 199.029 dan median sebesar Rp 202.988. Kedekatan antara nilai mean dan median menunjukkan bahwa distribusi keuntungan cukup simetris, meskipun terdapat sedikit variasi akibat fluktuasi permintaan dan biaya produksi. Garis persentil ke-5 (Value at Risk 95%) berada pada Rp 99.952, yang menunjukkan bahwa dalam 95% kondisi simulasi, keuntungan harian tidak akan turun di bawah nilai tersebut.



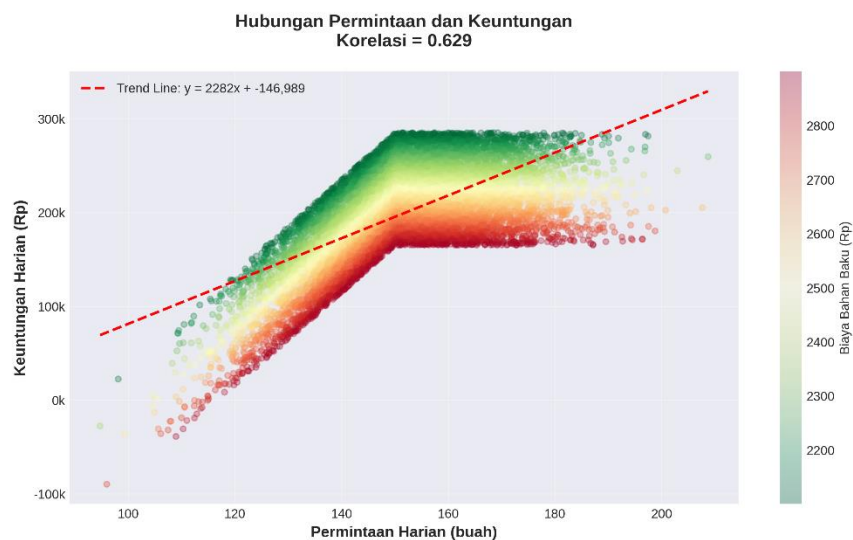
Gambar 2. Hasil simulasi Monte Carlo

Temuan ini memberikan gambaran kuantitatif mengenai batas risiko terendah yang mungkin terjadi. Dengan demikian, simulasi Monte Carlo tidak hanya menghasilkan estimasi nilai rata-rata keuntungan, tetapi juga memberikan informasi mengenai rentang ketidakpastian dan probabilitas risiko yang sangat penting dalam pengambilan keputusan produksi berbasis manajemen risiko (X. Zhang et al., 2025).

Analisis hubungan antara permintaan dan keuntungan menunjukkan adanya korelasi positif sebesar 0,629. Nilai ini mengindikasikan hubungan yang cukup kuat antara peningkatan jumlah permintaan dengan peningkatan keuntungan harian. Persamaan garis tren yang diperoleh, yaitu $y = 2282x - 146.989$, menunjukkan bahwa setiap peningkatan satu unit permintaan berpotensi meningkatkan keuntungan sekitar Rp 2.282. Nilai konstanta negatif mengindikasikan adanya komponen biaya tetap yang harus ditanggung sebelum usaha mencapai titik impas. Meskipun demikian, sebaran titik pada grafik menunjukkan bahwa keuntungan tidak hanya dipengaruhi oleh jumlah permintaan, tetapi juga oleh variasi biaya bahan baku dan efisiensi produksi.

Dari sudut pandang manajemen operasional dan keberlanjutan lingkungan, hasil penelitian ini memiliki implikasi penting. Produksi yang direncanakan berdasarkan pendekatan probabilistik dapat mengurangi risiko overproduction yang berpotensi menyebabkan pemborosan bahan baku dan limbah makanan. Dengan memanfaatkan interval prediksi permintaan, UMKM dapat menentukan rentang produksi optimal yang mampu menyeimbangkan antara tingkat pelayanan kepada konsumen dan efisiensi penggunaan sumber daya (Bouziane et al., 2025).

Gambar ketiga menggambarkan hubungan antara permintaan harian dan keuntungan harian dalam bentuk scatter plot. Nilai korelasi sebesar 0,629 menunjukkan adanya hubungan positif yang cukup kuat antara kedua variabel tersebut. Artinya, peningkatan jumlah permintaan secara umum diikuti oleh peningkatan keuntungan. Garis tren linier dengan persamaan $y = 2282x - 146.989$ menunjukkan bahwa setiap kenaikan satu unit permintaan berpotensi meningkatkan keuntungan sekitar Rp 2.282. Namun demikian, penyebaran titik data yang tidak sepenuhnya mengikuti garis tren mengindikasikan bahwa keuntungan tidak hanya dipengaruhi oleh jumlah permintaan, tetapi juga oleh faktor lain seperti variasi biaya bahan baku.



Gambar 3. Hubungan antara permintaan harian dan keuntungan

Gradasi warna pada grafik memperlihatkan bahwa ketika biaya bahan baku meningkat, keuntungan cenderung lebih rendah meskipun permintaan tinggi. Hal ini menunjukkan adanya interaksi antara variabel permintaan dan struktur biaya dalam menentukan profitabilitas usaha.

Secara keseluruhan, penelitian ini mengidentifikasi bahwa penerapan simulasi Monte Carlo pada usaha roti skala UMKM merupakan bentuk implementasi pemodelan stokastik dalam sistem produksi kecil. Topik penelitian ini berada pada irisan bidang engineering systems modeling, applied mathematics, serta risk-based production planning. Pendekatan yang digunakan tidak hanya memberikan kontribusi praktis dalam meningkatkan akurasi perencanaan produksi, tetapi juga memberikan kontribusi akademik dalam penerapan metode simulasi probabilistik pada skala usaha mikro dan kecil (Zheng et al., 2025).

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa permintaan harian pada UMKM roti dapat dimodelkan menggunakan distribusi normal dengan rata-rata 151,73 unit dan variasi yang relatif stabil. Berdasarkan simulasi Monte Carlo sebanyak 10.000 iterasi, diperoleh estimasi rata-rata keuntungan harian sebesar Rp 199.029 dengan batas risiko bawah (VaR 95%) sebesar Rp 99.952. Hasil ini menegaskan bahwa pendekatan simulasi probabilistik mampu memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai ketidakpastian permintaan dan potensi keuntungan dibandingkan metode deterministik.

Hubungan positif antara permintaan dan keuntungan dengan koefisien korelasi 0,629 menunjukkan bahwa peningkatan penjualan berkontribusi terhadap peningkatan profitabilitas, meskipun tetap dipengaruhi oleh fluktuasi biaya produksi. Dengan demikian, metode Monte Carlo terbukti efektif sebagai alat pendukung keputusan dalam perencanaan produksi berbasis risiko pada usaha skala UMKM. Secara keseluruhan, penerapan

pemodelan stokastik pada sistem produksi UMKM memberikan kontribusi praktis dalam meningkatkan efisiensi operasional serta kontribusi akademik dalam pengembangan pendekatan kuantitatif pada sektor usaha mikro dan kecil.

5. REFERENSI

- Bouziane, S. E., Arab, S., Mohamed Khadir, M. T., & Sabri, S. (2025). Uncertainty-aware energy forecasting and environmental impact simulation using Monte Carlo and deep learning. *Journal of Simulation*. <https://doi.org/10.1080/17477778.2025.2574719>
- Brilon, W., Wu, N., & Koenig, R. (2023). Delays and Queue Lengths at Traffic Signals With Two Greens in One Cycle. *Transportation Research Record*, 2677(2), 828–838. <https://doi.org/10.1177/03611981221108981>
- Epicoco, N., & Massaro, A. (2025). A dynamic approach to predict systems requirements for continuous improvement. *Computers and Industrial Engineering*, 208. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2025.111415>
- Fenneteau, B., Deck, O., Mehdizadeh, R., & Laigle, F. (2025). Improved Squeezing Prediction of Deep Tunnels Within Highly Fractured Rock Mass: Update of the Hoek & Marinos Curve Under Uncertainties. *Rock Mechanics and Rock Engineering*, 58(8), 8557–8574. <https://doi.org/10.1007/s00603-025-04574-w>
- Fierce, L., Yao, Y., Easter, R., Ma, P.-L., Sun, J., Wan, H., & Zhang, K. (2024). Quantifying structural errors in cloud condensation nuclei activity from reduced representation of aerosol size distributions. *Journal of Aerosol Science*, 181. <https://doi.org/10.1016/j.jaerosci.2024.106388>
- Ghezal, A., & Alzeley, O. (2024). Probabilistic properties and estimation methods for periodic threshold autoregressive stochastic volatility. *AIMS Mathematics*, 9(5), 11805–11832. <https://doi.org/10.3934/math.2024578>
- Huang, M., Wu, J., Wang, Y., Zhong, J., Guan, K., & Yu, B. (2026). A probabilistic creep damage model for studying the dispersion of small punch creep test and uniaxial tensile creep test. *International Journal of Pressure Vessels and Piping*, 222. <https://doi.org/10.1016/j.ijpvp.2026.105764>
- Khan, M. S., Ali, A., Suhail, M., & Kibria, B. M. G. (2025). On some two parameter estimators for the linear regression models with correlated predictors: simulation and application. *Communications in Statistics: Simulation and Computation*, 54(10), 3933–3947. <https://doi.org/10.1080/03610918.2024.2369809>
- Li, J., Wang, Y., Fu, Y., & Chen, Y. (2025). Ecological risk transmission network and its response characteristic in heavy metal-contaminated soil ecosystem under different scenarios. *Environmental Pollution*, 385. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2025.127083>
- Li, K.-Q., Yin, Z.-Y., & Liu, Y. (2026). AGFNN: A smart platform for uncertainty-aware prediction of freezing time in artificial ground freezing. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 170. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2025.107331>
- Liu, Y., Jiang, Y., Nasar, N., Bajón Fernández, Y., Longhurst, P., Guo, W., Lei, M., & Bortone, I. (2026). Improving ADM1 predictions via Bayesian analysis for continuous anaerobic digestion. *Journal of Environmental Management*, 398. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.128537>
- Ma, Y., Qu, D., & Pyrozhenko, M. (2026). Bio-RegNet: A Meta-Homeostatic Bayesian Neural Network Framework Integrating Treg-Inspired Immunoregulation and Autophagic Optimization for Adaptive Community Detection and Stable Intelligence. *Biomimetics*, 11(1). <https://doi.org/10.3390/biomimetics11010048>
- Rajagopal, S., Hmar, R. V., Mookherjee, D., Ghatak, A., Shanbhag, A. P., Katagihallimath, N., Venkatraman, J., Ks, R., & Datta, S. (2022). Validated in Silico Population Model of Escherichia coli. *ACS Synthetic Biology*, 11(8), 2672–2684. <https://doi.org/10.1021/acssynbio.2c00097>
- Schilling, F., Beesigamukama, D., & Tanga, C. M. (2026). Reliability of approaches for measuring soil organic carbon and implications for results-based payments for smallholder carbon farming. *Journal of Environmental Management*, 398. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2026.128562>
- Špetlík, M., Březina, J., & Laloy, E. (2024). Deep learning surrogate for predicting hydraulic conductivity tensors from stochastic discrete fracture-matrix models. *Computational Geosciences*, 28(6), 1425–1440. <https://doi.org/10.1007/s10596-024-10324-8>
- Taneja, S. B., Jaiswal, S., Bisht, S., Jindal, V., & Bedi, P. (2025). MOP-N: A Hybrid AI Model for Automated Deployment of Guns in Dynamic Wargaming Scenario. *Defence Science Journal*, 75(2), 179–187. <https://doi.org/10.14429/dsj.20246>
- Wu, H., Yang, Y., & Li, W. (2025). Dynamic prediction of the land-use carbon balance in urban agglomerations under the two-way effects of climate and socioeconomic interactions. *Sustainable Cities and Society*, 130. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2025.106555>

- Zhang, N., Xu, S., Li, X., Yang, M., Liu, X., & Chang, Y. (2026). A data-efficient fragility assessment methodology for deepwater drilling risers under combined wave and current loads via multi-objective genetic optimization. *Ocean Engineering*, 343. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2025.123356>
- Zhang, X., Lei, X., Liu, Y., Li, X., & Yang, Z. (2025). A Method for Quantifying Frequency Regulation Capacity Requirements Based on Credible Prediction of Fluctuation Extremum in the Dispatch Period. *Zhongguo Dianji Gongcheng Xuebao/Proceedings of the Chinese Society of Electrical Engineering*, 45(21), 8431–8444. <https://doi.org/10.13334/j.0258-8013.pcsee.240898>
- Zheng, X., CRESSIE, N., Clarke, D. A., McGeoch, M. A., & Zammit-Mangion, A. (2025). Spatial-statistical downscaling with uncertainty quantification in biodiversity modelling. *Methods in Ecology and Evolution*, 16(4), 837–853. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.14505>