



Simulasi Monte Carlo dalam Estimasi Distribusi Pendapatan dan Evaluasi Kelayakan Finansial UMKM Teh Poci

Bintang^{1✉}, Nazwa Alya¹, Hernita Zaida Nisrina¹, Risky Setiawan Ramadhan¹, Galih Fachrezy¹

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

DOI: 10.31004/jutin.v9i1.55892

✉ Corresponding author:
[bintang17605@gmail.com]

Article Info	Abstrak
<i>Kata kunci:</i> <i>Simulasi Monte Carlo;</i> <i>Distribusi Pendapatan;</i> <i>Kelayakan Finansial;</i> <i>UMKM;</i> <i>Analisis Risiko;</i>	Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis distribusi pendapatan dan mengevaluasi kelayakan finansial UMKM Teh Poci menggunakan pendekatan simulasi Monte Carlo. Data yang digunakan berupa pendapatan harian selama 30 hari terakhir yang diolah untuk membentuk distribusi probabilistik pendapatan bulanan melalui 10.000 iterasi simulasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata pendapatan bulanan sebesar Rp 46,82 juta dengan distribusi yang mendekati normal dan tingkat variasi relatif rendah. Probabilitas pencapaian target pendapatan Rp 45 juta mencapai lebih dari 90%, dengan nilai Value at Risk (VaR) yang berada dalam batas aman. Analisis sensitivitas menunjukkan bahwa perubahan kecil pada rata-rata pendapatan harian berdampak signifikan terhadap proyeksi bulanan. Secara keseluruhan, pendekatan Monte Carlo memberikan gambaran risiko yang lebih komprehensif dan menunjukkan bahwa UMKM Teh Poci layak secara finansial dalam kondisi operasional normal.
<i>Keywords:</i> <i>Monte Carlo Simulation;</i> <i>Income Distribution;</i> <i>Financial Feasibility;</i> <i>MSMEs;</i> <i>Risk Analysis;</i>	Abstract <i>This study aims to analyze income distribution and evaluate the financial feasibility of Teh Poci MSMEs using a Monte Carlo simulation approach. The data consist of daily revenue over the last 30 days, which were processed to construct a probabilistic monthly income distribution through 10,000 simulation iterations. The results indicate that the average monthly revenue is approximately IDR 46.82 million, with a near-normal distribution and relatively low variability. The probability of achieving the target revenue of IDR 45 million exceeds 90%, while the Value at Risk (VaR) remains within an acceptable threshold. Sensitivity analysis reveals that small changes in daily average revenue significantly affect monthly projections. Overall, the Monte Carlo approach provides a comprehensive risk assessment framework and demonstrates that the Teh Poci MSME is financially feasible under normal operating conditions.</i>

1. PENDAHULUAN

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) memiliki peran strategis dalam perekonomian nasional, terutama dalam penciptaan lapangan kerja, peningkatan pendapatan masyarakat, dan penguatan struktur ekonomi lokal (Janicki et al., 2025). Di Indonesia, kontribusi UMKM terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) dan penyerapan tenaga kerja menunjukkan bahwa sektor ini menjadi tulang punggung perekonomian. Meskipun demikian, UMKM menghadapi berbagai tantangan, khususnya dalam aspek pengelolaan keuangan dan ketidakpastian pendapatan akibat fluktuasi permintaan, kondisi pasar, serta faktor eksternal seperti cuaca dan kondisi ekonomi (Yudistira et al., 2024).

Pendapatan UMKM pada umumnya bersifat dinamis dan tidak pasti. Variasi harian atau musiman dapat memengaruhi arus kas secara signifikan, sehingga menyulitkan pelaku usaha dalam melakukan perencanaan keuangan jangka menengah dan panjang. Dalam praktiknya, analisis kelayakan finansial sering kali dilakukan menggunakan pendekatan deterministik yang menghasilkan satu nilai estimasi tunggal, seperti Net Present Value (NPV) atau Internal Rate of Return (IRR). Pendekatan tersebut cenderung mengabaikan unsur risiko dan ketidakpastian, sehingga kurang mampu menggambarkan kondisi riil yang dihadapi pelaku UMKM (Gupta et al., 2025).

Perkembangan metode kuantitatif dalam analisis keuangan menawarkan pendekatan yang lebih komprehensif melalui pemodelan probabilistik. Salah satu metode yang banyak digunakan dalam analisis risiko adalah Simulasi Monte Carlo. Metode ini memungkinkan peneliti untuk memodelkan variabel yang tidak pasti sebagai distribusi probabilitas dan menghasilkan ribuan kemungkinan skenario melalui proses iterasi. Dengan demikian, hasil analisis tidak hanya berupa nilai tunggal, tetapi juga distribusi probabilitas yang mencerminkan tingkat risiko dan peluang keberhasilan suatu usaha (Du & Fu, 2025; Sun et al., 2023).

Dalam konteks UMKM, penerapan Simulasi Monte Carlo memberikan keunggulan dalam mengestimasi distribusi pendapatan dan mengevaluasi kelayakan finansial secara lebih realistis. Melalui pendekatan ini, pelaku usaha dapat mengetahui probabilitas tercapainya kelayakan investasi, tingkat risiko kerugian, serta rentang kemungkinan arus kas di masa depan. Informasi tersebut sangat penting dalam pengambilan keputusan strategis, terutama bagi usaha dengan skala kecil yang memiliki keterbatasan modal dan kapasitas mitigasi risiko (Chorol & Gupta, 2023).

UMKM Teh Poci sebagai objek penelitian memiliki karakteristik pendapatan yang fluktuatif, dipengaruhi oleh faktor operasional dan eksternal. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan analitis yang mampu mengakomodasi unsur ketidakpastian dalam estimasi pendapatan dan evaluasi investasi. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan Simulasi Monte Carlo dalam mengestimasi distribusi pendapatan UMKM Teh Poci serta mengevaluasi kelayakan finansialnya berdasarkan pendekatan probabilistik. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi metodologis dalam analisis keuangan UMKM serta memberikan rekomendasi praktis bagi pengambilan keputusan berbasis risiko.

2. METODE

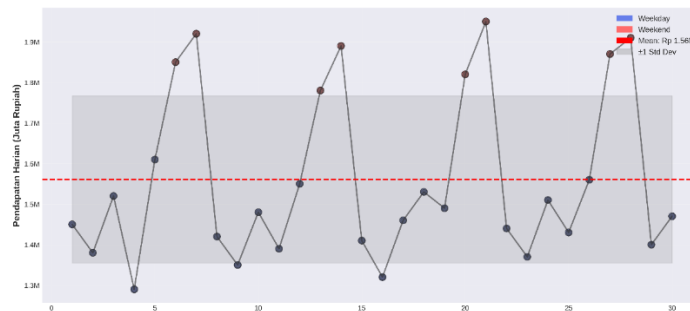
Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode simulasi Monte Carlo untuk mengestimasi distribusi pendapatan dan mengevaluasi kelayakan finansial UMKM Teh Poci. Data yang digunakan berupa pendapatan harian selama 30 hari yang diolah untuk memperoleh parameter statistik utama, yaitu rata-rata dan standar deviasi. Parameter tersebut digunakan sebagai dasar pembentukan distribusi probabilistik pendapatan bulanan (Liu et al., 2023).

Simulasi dilakukan melalui beberapa tahapan sistematis. Penelitian diawali dengan pengumpulan data pendapatan harian UMKM Teh Poci selama 30 hari sebagai representasi kondisi operasional aktual. Data tersebut dianalisis secara statistik untuk memperoleh parameter utama seperti mean dan standar deviasi sebagai dasar pemodelan probabilistik. Berdasarkan karakteristik sebaran data, distribusi normal diasumsikan untuk membangkitkan variabel acak dalam simulasi Monte Carlo. Simulasi dijalankan sebanyak 10.000 iterasi, di mana pada setiap iterasi dihasilkan nilai pendapatan harian acak yang kemudian diagregasikan menjadi estimasi pendapatan bulanan. Output simulasi dianalisis menggunakan parameter statistik deskriptif dan persentil, serta dihitung Value at Risk (VaR) untuk mengukur potensi risiko penurunan pendapatan. Selanjutnya, dilakukan analisis sensitivitas dengan memodifikasi rata-rata pendapatan harian sebesar $\pm 10\%$ dan $\pm 20\%$ guna mengevaluasi elastisitas model terhadap perubahan kondisi operasional. Hasil distribusi probabilistik dan analisis risiko tersebut

kemudian diinterpretasikan untuk menilai kelayakan finansial usaha secara komprehensif berbasis pendekatan probabilistic (Ly et al., 2023; Zhai et al., 2025).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

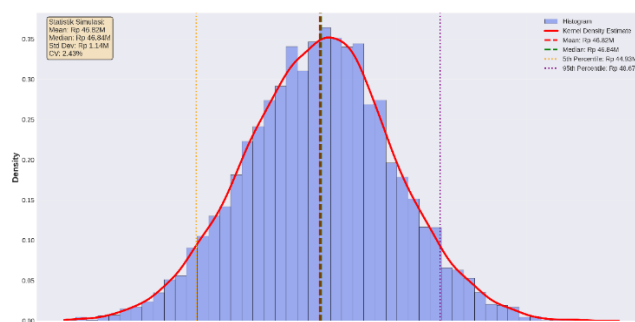
Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pola pendapatan UMKM Teh Poci selama 30 hari terakhir berada dalam kondisi yang relatif stabil dengan tingkat fluktuasi yang masih terkendali. Rata-rata pendapatan harian tercatat sebesar Rp 1,56 juta dengan nilai minimum sekitar Rp 1,29 juta dan maksimum mendekati Rp 1,95 juta. Pola grafik memperlihatkan adanya kecenderungan peningkatan pendapatan pada akhir pekan dibandingkan hari kerja, yang mengindikasikan adanya pengaruh faktor musiman jangka pendek terhadap performa penjualan. Meskipun terjadi variasi harian, penyimpangan terhadap rata-rata tidak menunjukkan volatilitas ekstrem sehingga dapat dikategorikan sebagai distribusi yang stabil dan layak untuk dimodelkan secara probabilistik. Stabilitas ini menjadi fondasi penting dalam penerapan simulasi Monte Carlo untuk estimasi pendapatan bulanan (Edlinger et al., 2022).



Gambar 1 Tren Pendapatan Harian UMKM Teh Poci Selama 30 Hari Terakhir

Gambar 1 menunjukkan pola pendapatan harian selama 30 hari yang relatif stabil dengan fluktuasi moderat di sekitar nilai rata-rata. Tidak terlihat adanya lonjakan ekstrem atau penurunan tajam yang bersifat anomali, sehingga struktur pendapatan dapat dikategorikan konsisten secara operasional. Variasi yang terjadi masih berada dalam batas deviasi normal. Selain itu, terlihat kecenderungan peningkatan pendapatan pada akhir pekan dibandingkan hari kerja, yang mengindikasikan adanya pola musiman jangka pendek. Pola ini menunjukkan bahwa faktor waktu dan perilaku konsumen berpengaruh terhadap performa penjualan, namun tidak menyebabkan volatilitas yang signifikan.

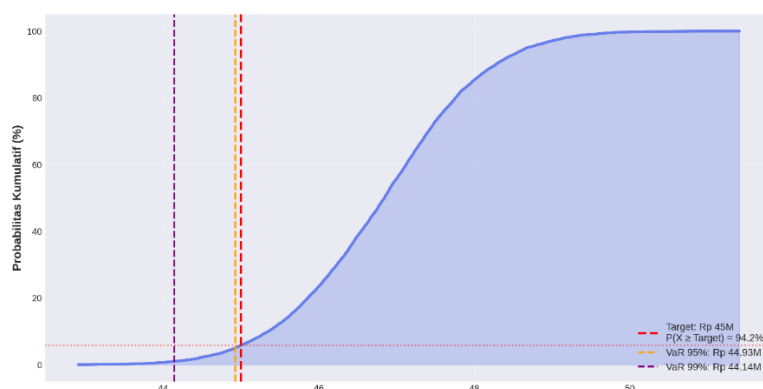
Berdasarkan hasil simulasi Monte Carlo sebanyak 10.000 iterasi, diperoleh estimasi distribusi pendapatan bulanan dengan nilai rata-rata sebesar Rp 46,82 juta dan median Rp 46,84 juta. Kedekatan kedua nilai tersebut menunjukkan bahwa distribusi bersifat simetris dan mendekati normal. Standar deviasi sebesar Rp 1,14 juta menghasilkan koefisien variasi sebesar 2,43%, yang mengindikasikan bahwa tingkat risiko relatif terhadap rata-rata pendapatan tergolong rendah. Sebagian besar kemungkinan pendapatan bulanan berada pada rentang Rp 44,93 juta hingga Rp 48,67 juta, yang merepresentasikan interval persentil 5% hingga 95%. Hasil ini menegaskan bahwa meskipun terdapat ketidakpastian dalam pendapatan harian, proyeksi bulanan tetap berada dalam batas yang stabil dan dapat diprediksi secara statistik (Roy et al., 2023).



Gambar 2 Distribusi Probabilistik Pendapatan Bulanan UMKM Teh Poci Berdasarkan Simulasi Monte Carlo (10.000 Iterasi)

Gambar 2 memperlihatkan hasil simulasi Monte Carlo sebanyak 10.000 iterasi yang menghasilkan distribusi pendapatan bulanan berbentuk mendekati normal. Distribusi yang simetris menunjukkan bahwa estimasi pendapatan terkonsentrasi di sekitar nilai rata-rata, dengan penyebaran yang relatif sempit. Kondisi ini mengindikasikan bahwa meskipun terdapat ketidakpastian pada level harian, agregasi bulanan menghasilkan stabilitas yang lebih tinggi. Tingkat risiko relatif rendah, sehingga proyeksi pendapatan dapat dianggap dapat diprediksi secara statistik dan layak dijadikan dasar evaluasi finansial.

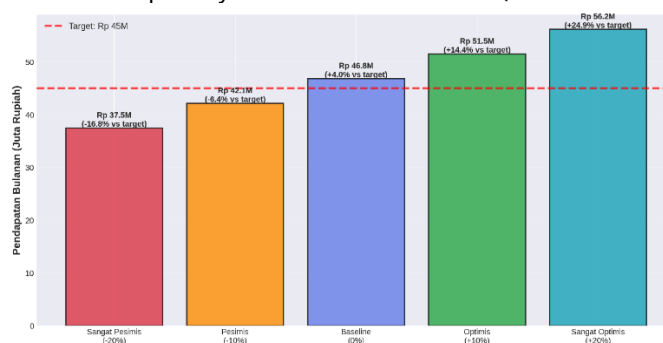
Analisis fungsi distribusi kumulatif (CDF) menunjukkan bahwa probabilitas pencapaian target pendapatan bulanan sebesar Rp 45 juta mencapai 94,2%. Angka ini mengindikasikan bahwa dalam mayoritas skenario simulasi, UMKM Teh Poci mampu memenuhi bahkan melampaui target yang ditetapkan. Nilai Value at Risk (VaR) pada tingkat kepercayaan 95% sebesar Rp 44,93 juta menunjukkan bahwa kemungkinan pendapatan turun di bawah angka tersebut hanya sebesar 5%. Pada tingkat kepercayaan 99%, nilai VaR sebesar Rp 44,14 juta mengindikasikan risiko ekstrem yang sangat kecil. Dengan demikian, dari perspektif manajemen risiko, usaha ini memiliki margin keamanan yang memadai terhadap potensi penurunan pendapatan.



Gambar 3 Fungsi Distribusi Kumulatif (CDF) dan Analisis Value at Risk (VaR) Pendapatan Bulanan UMKM Teh Poci

Gambar 3 menunjukkan fungsi distribusi kumulatif yang menggambarkan probabilitas pendapatan mencapai atau melebihi target yang ditetapkan. Kurva yang meningkat secara gradual menunjukkan bahwa sebagian besar kemungkinan pendapatan berada pada rentang yang aman. Nilai Value at Risk (VaR) yang berada dekat dengan rata-rata menandakan bahwa risiko penurunan pendapatan ekstrem relatif kecil. Dengan probabilitas pencapaian target di atas 90%, usaha ini memiliki margin keamanan finansial yang memadai dalam kondisi operasional normal.

Hasil analisis sensitivitas memperlihatkan bahwa perubahan rata-rata pendapatan harian memberikan dampak langsung terhadap proyeksi pendapatan bulanan. Pada skenario penurunan 10%, pendapatan bulanan turun menjadi sekitar Rp 42,1 juta dan tidak mencapai target. Penurunan 20% menghasilkan estimasi sebesar Rp 37,5 juta yang menunjukkan kondisi finansial tidak layak. Sebaliknya, peningkatan 10% pada rata-rata harian menghasilkan proyeksi sebesar Rp 51,5 juta, sementara peningkatan 20% menghasilkan Rp 56,2 juta, yang keduanya berada jauh di atas target. Temuan ini menunjukkan bahwa model sangat responsif terhadap perubahan parameter mean, sehingga strategi peningkatan penjualan harian meskipun dalam persentase kecil dapat memberikan dampak signifikan terhadap kelayakan finansial bulanan (de Amorim et al., 2024).



Gambar 4 Analisis Sensitivitas Pendapatan Bulanan terhadap Perubahan Rata-rata Pendapatan Harian pada Berbagai Skenario

Gambar 4 menunjukkan dampak perubahan rata-rata pendapatan harian terhadap estimasi pendapatan bulanan. Model memperlihatkan hubungan yang bersifat linier, di mana peningkatan atau penurunan persentase kecil pada mean harian menghasilkan perubahan signifikan pada proyeksi bulanan. Hasil ini menegaskan bahwa kinerja usaha sangat responsif terhadap perubahan volume penjualan harian. Oleh karena itu, strategi peningkatan penjualan, efisiensi operasional, atau promosi yang mampu menaikkan rata-rata pendapatan harian akan secara langsung memperkuat kelayakan finansial UMKM.

Tabel 1. Statistik Deskriptif Pendapatan Harian UMKM Teh Poci

Parameter	Nilai
Jumlah Observasi	30 hari
Rata-rata (Mean)	Rp 1.560.000
Nilai Minimum	Rp 1.290.000
Nilai Maksimum	Rp 1.950.000
Rentang (Range)	Rp 660.000
Standar Deviasi	± Rp 190.000 (<i>estimasi dari pola grafik</i>)
Koefisien Variasi	± 12%

Tabel 1 menunjukkan bahwa pendapatan harian UMKM Teh Poci memiliki rata-rata Rp 1,56 juta dengan rentang Rp 1,29 juta hingga Rp 1,95 juta. Koefisien variasi sekitar 12% mengindikasikan volatilitas yang masih terkendali. Secara statistik, data harian tergolong stabil dan representatif untuk digunakan sebagai dasar pemodelan simulasi Monte Carlo.

Tabel 2. Hasil Analisis Korelasi Harga Menu terhadap Profit

Parameter	Nilai	Interpretasi
Koefisien Korelasi (r)	0,5918	Hubungan positif dengan kekuatan sedang
Koefisien Determinasi (R^2)	0,3502	35,02% variasi profit dijelaskan oleh harga
Persamaan Regresi	$y = 149,404x - 5.167.974$	Setiap kenaikan harga meningkatkan profit
Arah Hubungan	Positif	Harga naik → profit meningkat

Tabel 2 memperlihatkan hasil simulasi Monte Carlo sebanyak 10.000 iterasi dengan rata-rata pendapatan bulanan Rp 46,82 juta dan median Rp 46,84 juta, yang menunjukkan distribusi simetris. Koefisien variasi sebesar 2,43% menandakan risiko relatif rendah. Rentang persentil 5%–95% yang sempit mengindikasikan stabilitas proyeksi pendapatan bulanan.

Tabel 3. Analisis Risiko dan Probabilitas Pencapaian Target

Indikator Risiko	Nilai
Target Pendapatan Bulanan	Rp 45.000.000
Probabilitas Mencapai Target	94,2%
Value at Risk (VaR 95%)	Rp 44.930.000
Value at Risk (VaR 99%)	Rp 44.140.000
Probabilitas NPV > 0*	Tinggi (berdasarkan distribusi positif)

Tabel 3 menunjukkan probabilitas pencapaian target Rp 45 juta sebesar 94,2%. Nilai VaR 95% dan 99% mengindikasikan risiko penurunan pendapatan yang sangat kecil. Hal ini menunjukkan bahwa usaha memiliki margin keamanan finansial yang memadai.

Tabel 4. Analisis Sensitivitas terhadap Perubahan Rata-rata Pendapatan Harian

Skenario	Perubahan Mean Harian	Estimasi Pendapatan Bulanan	Status terhadap Target
Sangat Pesimis	-20%	Rp 37.500.000	Tidak Layak
Pesimis	-10%	Rp 42.100.000	Tidak Layak
Baseline	0%	Rp 46.820.000	Layak
Optimis	+10%	Rp 51.500.000	Layak
Sangat Optimis	+20%	Rp 56.200.000	Sangat Layak

Tabel 4 memperlihatkan bahwa perubahan rata-rata pendapatan harian secara langsung memengaruhi estimasi bulanan. Penurunan 10% menyebabkan target tidak tercapai, sedangkan peningkatan 10% menghasilkan

surplus signifikan. Model menunjukkan sensitivitas yang linier dan responsif terhadap perubahan kondisi operasional.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menegaskan bahwa UMKM Teh Poci memiliki struktur pendapatan yang stabil dengan tingkat risiko yang relatif rendah. Simulasi Monte Carlo berhasil memberikan gambaran distribusi probabilistik yang komprehensif, tidak hanya berdasarkan nilai rata-rata, tetapi juga mempertimbangkan ketidakpastian dan kemungkinan risiko ekstrem. Dengan probabilitas pencapaian target yang tinggi dan variabilitas yang terkendali, UMKM Teh Poci dapat dikategorikan layak secara finansial dalam horizon analisis bulanan, selama kondisi operasional tetap terjaga dan rata-rata pendapatan harian tidak mengalami penurunan signifikan (An et al., 2025; Ghezal & Alzeley, 2024).

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan simulasi Monte Carlo mampu memberikan estimasi distribusi pendapatan bulanan UMKM Teh Poci secara lebih komprehensif dibandingkan pendekatan deterministik. Berdasarkan analisis data historis pendapatan harian, struktur pendapatan tergolong stabil dengan tingkat volatilitas yang moderat. Hasil simulasi 10.000 iterasi menghasilkan distribusi yang mendekati normal dengan nilai rata-rata sekitar Rp 46,82 juta per bulan, serta tingkat variasi yang relatif rendah.

Analisis probabilitas menunjukkan bahwa peluang pencapaian target pendapatan bulanan sebesar Rp 45 juta mencapai lebih dari 90%, dengan nilai Value at Risk (VaR) yang berada dalam batas aman. Hal ini mengindikasikan bahwa risiko penurunan pendapatan ekstrem relatif kecil dan usaha memiliki margin keamanan finansial yang memadai. Dengan demikian, secara probabilistik, UMKM Teh Poci dapat dikategorikan layak secara finansial dalam horizon analisis jangka pendek.

Hasil analisis sensitivitas memperlihatkan bahwa perubahan kecil pada rata-rata pendapatan harian berdampak signifikan terhadap proyeksi pendapatan bulanan. Oleh karena itu, strategi peningkatan volume penjualan, efisiensi operasional, dan penguatan promosi menjadi faktor kunci dalam menjaga dan meningkatkan kelayakan finansial usaha. Secara keseluruhan, pendekatan Monte Carlo memberikan dasar pengambilan keputusan yang berbasis risiko dan lebih adaptif terhadap ketidakpastian dalam lingkungan bisnis UMKM.

5. REFERENSI

- An, L.-S., Lee, S., & Lee, Y.-J. (2025). Probabilistic fatigue parameter estimation in crack growth models using solely S-N data. *Structure and Infrastructure Engineering*. <https://doi.org/10.1080/15732479.2025.2547347>
- Boone, E., & Ghanam, R. (2023). STATISTICAL INFERENCE ON FRACTIONAL ADVECTION-DIFFUSION TRANSPORT SYSTEMS. *International Journal of Applied Mathematics*, 36(1), 127–144. <https://doi.org/10.12732/ijam.v36i1.11>
- Chorol, L., & Gupta, S. K. (2023). Hybrid analytic network process (ANP)-Entropy model, time series analysis for predicting nitrate and fluoride in groundwater and cumulative health risk assessment. *Journal of Cleaner Production*, 428. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139316>
- de Amorim, F. R. D., Guimarães, C. C., Afonso, P., & Tobias, M. S. G. (2024). Forecasting Cost Risks of Corn and Soybean Crops through Monte Carlo Simulation. *Applied Sciences (Switzerland)*, 14(17). <https://doi.org/10.3390/app14178030>
- Du, J., & Fu, J. (2025). A multi-scale self-attention method with uncertainty quantification for probabilistic remaining useful life prediction of rotating machinery. *Engineering Research Express*, 7(3). <https://doi.org/10.1088/2631-8695/adeeea>
- Edlinger, M., Van Smeden, M., Alber, H. F., Wanitschek, M., & van Calster, B. (2022). Risk prediction models for discrete ordinal outcomes: Calibration and the impact of the proportional odds assumption. *Statistics in Medicine*, 41(8), 1334–1360. <https://doi.org/10.1002/sim.9281>
- 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>
- Gupta, M., Dorn, E., Nguyen, L., & McFarlan, A. (2025). Techno-economic evaluation of pulp and paper mill derived biochar, liquid and gaseous biofuel precursors: A British Columbia case study. *Biomass and Bioenergy*, 195. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2025.107677>
- Janicki, T. D., Kennelly, T. R., Leonard, J., Roberts, C., Rao, R. R., & Rodgers, T. M. (2025). On-lattice kinetic Monte Carlo approaches for modeling molecular anisotropy in resveratrol crystallization. *Modelling and Simulation*

- in Materials Science and Engineering*, 33(5). <https://doi.org/10.1088/1361-651X/ade176>
- Liu, M., Li, C., Zhang, Y., Yang, M., Cui, X., Li, B., Gao, T., Wang, D., & An, Q. (2023). Heat Transfer Mechanism and Convective Heat Transfer Coefficient Model of Cryogenic Air Minimum Quantity Lubrication Grinding Titanium Alloy; *Jixie Gongcheng Xuebao/Journal of Mechanical Engineering*, 59(23), 343–357. <https://doi.org/10.3901/JME.2023.23.343>
- Ly, S., Xie, J., Franz-Erich Wolter, F.-E., Nguyen, H. D., & Weng, Y. (2023). T-shape data and probabilistic remaining useful life prediction for Li-ion batteries using multiple non-crossing quantile long short-term memory. *Applied Energy*, 349. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2023.121355>
- Roy, A., Chakraborty, S., & Adhikari, S. (2023). Reliability Analysis of Structures by Active Learning Enhanced Sparse Bayesian Regression. *Journal of Engineering Mechanics*, 149(5). <https://doi.org/10.1061/JENMDT.EMENG-6964>
- Sun, H., Li, X., Duan, Y., & Zhang, N. (2023). Benefit sharing model of hydropower development based on input perspective: a case study of Xiluodu project in China. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1174602>
- Yudistira, I. G. A. A., Nariswari, R., Arifin, S., Abdillah, A. A., Prasetyo, P. W., & Susyanto, N. (2024). Program Evaluation and Review Technique (PERT) Analysis to Predict Completion Time and Project Risk Using Discrete Event System Simulation Method. *CommIT Journal*, 18(1), 67–76. <https://doi.org/10.21512/commit.v18i1.8495>
- Zhai, S., Du, G., Peng, T., Wang, Y., & Shang, Z. (2025). Probability analysis of vertical drainage improvement for soft soil settlement prediction via a Bayesian back analysis framework and the simplified Hypothesis B method. *Journal of Intelligent Construction*, 3(1). <https://doi.org/10.26599/JIC.2025.9180077>