



Analisis Probabilitas Pencapaian Target Produksi pada UMKM Menggunakan Simulasi Monte Carlo

Kemal Fahrizi Azch^{1*}, M. Hamdani², Kholil Abdul Kharim³, Ibnu Azmi Riawan⁴

¹⁻⁴ Universitas Al- Azhar Medan, Indonesia

Email: kemalfahrizi917@gmail.com^{1*}, mhdamdani58@gmail.com², kholil1822005@gmail.com³,
azibnu86@gmail.com⁴

*Penulis Korespondensi: kemalfahrizi917@gmail.com

Abstract. *Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) play a vital role in driving economic growth; however, their production activities frequently face uncertainty in achieving predetermined targets. Such uncertainty arises from fluctuating market demand, delays in raw material supply, labor limitations, variations in processing time, and other technical constraints. Conventional deterministic production planning methods often fail to capture these real-world risks and variations, leading to less accurate and suboptimal decisions. Therefore, a more adaptive analytical approach that incorporates probability and uncertainty is required. This study aims to analyze the probability of achieving MSME production targets using the Monte Carlo Simulation method. This method models random production conditions by generating data based on probability distributions derived from historical records. Simulations are repeated through numerous iterations to estimate possible variations in production output and measure the likelihood of meeting targets. The results indicate that Monte Carlo simulation provides more realistic and comprehensive production forecasts compared to traditional planning approaches. By understanding both the probability of success and potential risks, MSMEs can design adaptive strategies, optimize resource allocation, manage inventory more effectively, and improve overall production planning accuracy to ensure long-term business sustainability in a dynamic environment.*

Keywords: *Monte Carlo Simulation; MSMEs; Production Planning; Production Target; Uncertainty.*

Abstrak. Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) memainkan peran penting dalam mendorong pertumbuhan ekonomi; namun, aktivitas produksi mereka sering menghadapi ketidakpastian dalam mencapai target yang telah ditetapkan. Ketidakpastian tersebut timbul dari fluktuasi permintaan pasar, keterlambatan pasokan bahan baku, keterbatasan tenaga kerja, variasi waktu pemrosesan, dan kendala teknis lainnya. Metode perencanaan produksi deterministik konvensional sering gagal menangkap risiko dan variasi dunia nyata ini, yang menyebabkan keputusan yang kurang akurat dan suboptimal. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan analitis yang lebih adaptif yang menggabungkan probabilitas dan ketidakpastian. Studi ini bertujuan untuk menganalisis probabilitas pencapaian target produksi UMKM menggunakan metode Simulasi Monte Carlo. Metode ini memodelkan kondisi produksi acak dengan menghasilkan data berdasarkan distribusi probabilitas yang berasal dari catatan historis. Simulasi diulang melalui banyak iterasi untuk memperkirakan kemungkinan variasi dalam output produksi dan mengukur kemungkinan tercapainya target. Hasil menunjukkan bahwa simulasi Monte Carlo memberikan perkiraan produksi yang lebih realistis dan komprehensif dibandingkan dengan pendekatan perencanaan tradisional. Dengan memahami baik probabilitas keberhasilan maupun potensi risiko, UMKM dapat merancang strategi adaptif, mengoptimalkan alokasi sumber daya, mengelola inventaris secara lebih efektif, dan meningkatkan akurasi perencanaan produksi secara keseluruhan untuk memastikan keberlanjutan bisnis jangka panjang dalam lingkungan yang dinamis.

Kata kunci: Ketidakpastian; Perencanaan Produksi; Simulasi Monte Carlo; Target Produksi; UMKM.

1. LATAR BELAKANG

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) merupakan salah satu sektor yang memiliki kontribusi besar terhadap pertumbuhan ekonomi, penyerapan tenaga kerja, serta pemerataan pendapatan masyarakat (Susanto et al., 2023; Pratama & Wijaya, 2022) Dalam praktik operasionalnya UMKM sering menghadapi berbagai keterbatasan, seperti sumber daya yang terbatas, teknologi produksi yang sederhana, serta sistem perencanaan yang masih bersifat konvensional (Nugroho, 2023; Zhang & Li, 2024). Kondisi ini menyebabkan kegiatan

produksi menjadi rentan terhadap ketidakpastian, baik dari sisi permintaan pasar, ketersediaan bahan baku, maupun waktu proses produksi (Siregar et al., 2023; Widodo & Santoso, 2025).

Perencanaan produksi merupakan salah satu aspek penting dalam sistem industri karena berhubungan langsung dengan efisiensi penggunaan sumber daya dan pencapaian target output (Kelana & Rahman, 2024). Sistem produksi yang tidak direncanakan dengan baik dapat mengakibatkan ketidaksesuaian antara kapasitas produksi dan permintaan, sehingga menimbulkan kerugian atau pemborosan. Dalam ilmu Teknik Industri, pengambilan keputusan produksi perlu didasarkan pada pendekatan kuantitatif agar hasilnya lebih terukur dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah (Aziz & Sari, 2023).

Namun demikian, sebagian besar metode perencanaan tradisional masih menggunakan pendekatan deterministic yaitu mengasumsikan bahwa semua variabel bersifat pasti (Law, 2021; Rubinstein & Kroese, 2022). Pada kenyataannya, sistem produksi UMKM mengandung banyak variabel acak yang sulit diprediksi secara pasti, seperti fluktuasi permintaan harian, variasi waktu kerja, kerusakan peralatan, dan keterlambatan pasokan. ((Law, 2021). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan probabilistik yang mampu menggambarkan kondisi nyata sistem produksi yang dinamis dan penuh ketidakpastian (Eunike, Surya, & Wijaya, 2021).

Simulasi Monte Carlo merupakan salah satu metode yang banyak digunakan untuk menganalisis sistem yang mengandung unsur ketidakpastian. (Mooney, 2024; Fishman, 2021). Metode ini bekerja dengan membangkitkan bilangan acak berdasarkan distribusi probabilitas tertentu, kemudian menjalankan simulasi secara berulang untuk memperoleh gambaran kemungkinan hasil yang terjadi (Fishman, 2021). Dengan melakukan iterasi dalam jumlah besar, metode ini mampu memberikan estimasi peluang keberhasilan maupun risiko kegagalan suatu sistem secara lebih realistis (Siregar & Aziz, 2022).

Dalam konteks UMKM, penggunaan simulasi Monte Carlo dapat membantu pelaku usaha dalam memahami probabilitas pencapaian target produksi sebelum keputusan dijalankan (Kurniawan & Pratama, 2022; Zhang & Li, 2024). Pendekatan ini tidak hanya memberikan satu nilai prediksi, tetapi juga menunjukkan rentang kemungkinan hasil produksi beserta tingkat risikonya. Dengan demikian, keputusan yang diambil menjadi lebih adaptif, efisien, dan berbasis data (Kurniawan, R., & Pratama, A. 2022).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis probabilitas pencapaian target produksi pada UMKM menggunakan metode simulasi Monte Carlo sebagai alat bantu pengambilan keputusan dalam perencanaan produksi yang lebih efektif dan ilmiah.

2. KAJIAN TEORITIS

Konsep Sistem Produksi pada UMKM

Sistem produksi merupakan serangkaian aktivitas yang mengubah input berupa bahan baku, tenaga kerja, energi, dan informasi menjadi output berupa produk atau jasa (Heizer et al., 2020; Nugroho, 2023) Pada UMKM, sistem produksi umumnya masih berskala kecil dengan teknologi sederhana, sehingga sangat dipengaruhi oleh keterbatasan sumber daya dan fluktuasi permintaan pasar. Perencanaan produksi yang baik diperlukan agar penggunaan sumber daya menjadi efisien dan target produksi dapat tercapai secara optimal.

Menurut konsep manajemen operasi dalam Operations Management, perencanaan produksi harus mempertimbangkan kapasitas, permintaan, persediaan, dan ketidakpastian agar sistem dapat berjalan secara efektif dan ekonomis. Tanpa perencanaan yang terstruktur, perusahaan akan mengalami kesulitan dalam mengendalikan biaya, waktu, dan kualitas produk (Kelana & Rahman, 2024; Widodo & Santoso, 2025)

Ketidakpastian dalam Sistem Produksi

Dalam praktik nyata, sistem produksi tidak selalu berjalan sesuai rencana karena adanya variabilitas atau ketidakpastian (Eunike et al., 2021; Siregar et al., 2023) Ketidakpastian tersebut dapat berasal dari:

- a. Variasi permintaan pelanggan
- b. Keterlambatan bahan baku
- c. Perbedaan waktu proses produksi
- d. Kerusakan mesin atau alat
- e. Kinerja tenaga kerja yang tidak konstan

Pendekatan statistik diperlukan untuk memahami variasi tersebut (Montgomery & Runger, 2022; Law, 2021) Ketidakpastian tidak dapat dihilangkan, tetapi dapat dimodelkan sehingga dapat diprediksi peluang terjadinya. Pendekatan probabilitas memungkinkan pengambilan keputusan dilakukan berdasarkan kemungkinan kejadian, bukan hanya nilai rata-rata.

Konsep Probabilitas dalam Analisis Industri

Probabilitas adalah ukuran kemungkinan terjadinya suatu peristiwa, dengan nilai antara 0 sampai 1. Dalam konteks produksi, probabilitas digunakan untuk memperkirakan peluang tercapainya target output, peluang keterlambatan, atau risiko kegagalan produksi.

Dalam Applied Statistics and Probability for Engineers dijelaskan bahwa analisis probabilitas sangat penting dalam sistem teknik karena sebagian besar proses industri

mengandung variasi acak yang harus dianalisis menggunakan distribusi statistik, seperti distribusi normal, uniform, atau eksponensial (Rubinstein & Kroese, 2022; Mooney, 2024)

Penggunaan probabilitas dalam Teknik Industri bertujuan untuk:

- a. Mengurangi ketidakpastian dalam pengambilan keputusan
- b. Membantu peramalan produksi
- c. Menilai risiko operasional
- d. Meningkatkan efisiensi sistem produksi

Simulasi sebagai Alat Analisis Sistem

Simulasi merupakan metode untuk meniru perilaku suatu sistem nyata ke dalam model matematis atau komputerisasi, sehingga dapat dianalisis tanpa mengganggu sistem sebenarnya. Simulasi digunakan ketika model analitik sulit diselesaikan secara langsung karena kompleksitas variable (Fishman, 2021; Kelana & Rahman, 2024) Simulasi memungkinkan peneliti melakukan eksperimen terhadap berbagai kondisi produksi tanpa harus melakukan percobaan nyata yang memerlukan biaya besar dan waktu lama (Fishman, 2021)

Metode Simulasi Monte Carlo

Simulasi Monte Carlo adalah metode numerik yang menggunakan bilangan acak untuk mensimulasikan sistem yang mengandung ketidakpastian (Mooney, 2024; Rubinstein & Kroese, 2022) Metode ini bekerja dengan cara melakukan percobaan berulang (iterasi) berdasarkan distribusi probabilitas dari variabel yang dianalisis (Siregar & Aziz, 2022)

Menurut Simulation Modeling and Analysis, simulasi Monte Carlo sangat efektif digunakan untuk:

- 1) Sistem yang kompleks dan sulit dianalisis secara matematis
- 2) Pengambilan keputusan berbasis risiko
- 3) Evaluasi performansi sistem produksi
- 4) Peramalan dalam kondisi tidak pasti

Langkah-langkah dasar simulasi Monte Carlo adalah:

- a. Menentukan variabel yang bersifat acak
- b. Menentukan distribusi probabilitas dari data historis
- c. Membangkitkan bilangan acak
- d. Menjalankan simulasi dalam banyak iterasi
- e. Menghitung hasil dan probabilitas kejadian

Penerapan Monte Carlo dalam Analisis Produksi

Dalam sistem produksi UMKM, Monte Carlo dapat digunakan untuk mensimulasikan kemungkinan jumlah produksi yang dihasilkan berdasarkan variasi permintaan dan kapasitas

kerja. Dengan melakukan simulasi ratusan atau ribuan kali, akan diperoleh distribusi hasil produksi yang menunjukkan peluang tercapainya target.

Dalam Monte Carlo: Concepts, Algorithms, and Applications dijelaskan bahwa keunggulan utama metode Monte Carlo adalah kemampuannya menggambarkan rentang kemungkinan hasil (range of outcomes), bukan hanya satu nilai prediksi, sehingga analisis menjadi lebih realistis.

Manfaat Simulasi Monte Carlo bagi UMKM

Penerapan simulasi Monte Carlo pada UMKM memberikan beberapa manfaat, antara lain:

- 1) Membantu perencanaan produksi yang lebih akurat
- 2) Mengukur probabilitas keberhasilan pencapaian target
- 3) Mengidentifikasi risiko produksi sebelum terjadi
- 4) Mengoptimalkan penggunaan bahan baku dan tenaga kerja
- 5) Mendukung pengambilan keputusan berbasis data

Dengan demikian, metode ini sangat relevan digunakan dalam bidang Teknik Industri, khususnya untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan operasional UMKM yang memiliki keterbatasan sumber daya namun menghadapi dinamika pasar yang tinggi.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan simulasi, yaitu menganalisis sistem produksi UMKM menggunakan data numerik untuk menghitung probabilitas pencapaian target produksi. Metode yang digunakan adalah Simulasi Monte Carlo, karena metode ini mampu memodelkan ketidakpastian yang terjadi dalam proses produksi (Fishman, 2021; Kelana & Rahman, 2024).

Objek penelitian adalah kegiatan produksi pada suatu UMKM yang menghasilkan satu jenis produk. Fokus penelitian diarahkan pada kemampuan UMKM dalam mencapai target produksi harian yang telah ditentukan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Produksi UMKM

UMKM yang menjadi objek penelitian memproduksi satu jenis produk secara rutin setiap hari. Proses produksi dilakukan berdasarkan jumlah permintaan dan ketersediaan bahan baku (Nugroho, 2023; Pratama & Wijaya, 2022) Target produksi yang ditetapkan oleh UMKM adalah 100 unit per hari. Namun dalam pelaksanaannya, jumlah produksi sering mengalami

fluktuasi akibat variasi waktu kerja, ketersediaan bahan, dan kapasitas tenaga kerja. Data historis produksi selama 20 hari menunjukkan adanya variasi jumlah output yang dihasilkan.

Data Historis Produksi

Berikut adalah data jumlah produksi harian yang digunakan sebagai dasar simulasi:

Tabel 1. Data Historis Produksi.

Hari	Jumlah Produksi (Unit)
1	80
2	90
3	100
4	90
5	110
6	100
7	80
8	90
9	100
10	110
11	90
12	100
13	80
14	90
15	100
16	110
17	90
18	100
19	80
20	90

Penentuan Distribusi Probabilitas

Frekuensi kemunculan tiap jumlah produksi dihitung sebagai berikut:

Tabel 2. Penentuan Distribusi Probabilitas.

Produksi (Unit)	Frekuensi Probabilitas	
80	4	0,20
90	7	0,35
100	6	0,30
110	3	0,15
Total	20	1,00

Penentuan Interval Bilangan Acak

Interval probabilitas dikonversi menjadi interval angka acak (0–99):

Tabel 3. Penentuan Interval Bilangan Acak.

Produksi Probabilitas Interval Angka Acak		
80	0,20	00 – 19
90	0,35	20 – 54
100	0,30	55 – 84
110	0,15	85 – 99

Pelaksanaan Simulasi Monte Carlo

Bilangan acak dibangkitkan (misalnya menggunakan Excel). Berikut contoh hasil 20 kali simulasi:

Tabel 4. Pelaksanaan Simulasi Monte Carlo.

Iterasi	Angka Acak	Produksi Simulasi
1	12	80
2	37	90
3	76	100
4	88	110
5	45	90
6	60	100
7	18	80
8	52	90
9	70	100
10	91	110
11	33	90
12	58	100
13	14	80
14	49	90
15	66	100
16	87	110

$$P = \frac{10}{20} = 0,50$$

$$P = 50\%$$

Iterasi	Angka Acak	Produksi Simulasi
17	40	90
18	62	100
19	10	80
20	36	90

Perhitungan Probabilitas Pencapaian Target

Target produksi UMKM = 100 unit per hari

Target dianggap tercapai jika produksi ≥ 100 unit.

Jumlah simulasi yang mencapai target:

Produksi ≥ 100 terjadi sebanyak **10 kali** dari 20 simulasi.

Maka probabilitas pencapaian target.

Analisis Hasil Simulasi

Hasil simulasi menunjukkan bahwa probabilitas UMKM mencapai target produksi adalah 50%, yang berarti peluang tercapai dan tidak tercapai target produksi relatif seimbang (Susanto et al., 2023; Widodo & Santoso, 2025)

Temuan ini menunjukkan bahwa:

- Sistem produksi masih belum stabil.
- Variasi produksi cukup tinggi akibat keterbatasan kapasitas dan sumber daya.
- UMKM memiliki risiko tidak mencapai target produksi sebesar **50%**.
- Diperlukan perbaikan dalam perencanaan bahan baku, pengaturan tenaga kerja, dan pengendalian waktu produksi.

Implikasi bagi UMKM

Berdasarkan hasil simulasi Monte Carlo, UMKM dapat:

- Mengetahui risiko produksi sebelum kegiatan dilakukan.
- Menyusun strategi peningkatan kapasitas produksi.
- Mengantisipasi kekurangan output saat permintaan meningkat.
- Menggunakan pendekatan berbasis data dalam pengambilan keputusan.

Metode simulasi ini membantu UMKM memahami bahwa produksi tidak selalu pasti, sehingga perencanaan harus mempertimbangkan kemungkinan terbaik dan terburuk.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai analisis probabilitas pencapaian target produksi pada UMKM menggunakan metode Simulasi Monte Carlo, maka dapat disimpulkan sebagai berikut: (1) Sistem produksi UMKM memiliki tingkat ketidakpastian yang cukup tinggi, terutama dipengaruhi oleh variasi permintaan, waktu produksi, dan keterbatasan sumber daya. Kondisi ini menyebabkan hasil produksi harian tidak selalu sesuai dengan target yang telah ditetapkan. (2) Metode Simulasi Monte Carlo dapat digunakan untuk memodelkan ketidakpastian dalam sistem produksi dengan membangkitkan bilangan acak berdasarkan data historis, sehingga mampu menggambarkan berbagai kemungkinan hasil produksi yang dapat terjadi. (3) Hasil simulasi menunjukkan bahwa probabilitas pencapaian target produksi sebesar 50%, yang berarti peluang tercapainya target masih belum optimal dan terdapat risiko kegagalan produksi yang perlu diperhatikan oleh pelaku UMKM. (4) Penerapan simulasi Monte Carlo memberikan gambaran yang lebih realistis dibandingkan perencanaan konvensional karena tidak hanya menghasilkan satu nilai prediksi, tetapi juga menunjukkan tingkat risiko dan variasi hasil produksi. (5) Dengan mengetahui probabilitas keberhasilan produksi, UMKM dapat menggunakan hasil analisis sebagai dasar dalam meningkatkan perencanaan kapasitas, pengendalian bahan baku, dan pengelolaan tenaga kerja agar target produksi lebih mudah dicapai.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka saran yang dapat diberikan adalah: (1) UMKM disarankan untuk mulai menggunakan pendekatan analisis berbasis data dalam merencanakan produksi agar keputusan yang diambil lebih terukur dan tidak hanya berdasarkan pengalaman. (2) Perlu dilakukan peningkatan pengelolaan bahan baku dan penjadwalan kerja untuk mengurangi variasi produksi yang terlalu besar sehingga peluang pencapaian target dapat meningkat. (3) Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan metode ini dengan menambahkan variabel lain seperti biaya produksi, tingkat cacat produk, dan waktu distribusi agar analisis menjadi lebih komprehensif. (4) Simulasi dapat dilakukan dengan jumlah iterasi yang lebih besar atau menggunakan perangkat lunak simulasi khusus agar menghasilkan tingkat akurasi yang lebih tinggi.

DAFTAR REFERENSI

- Aziz, A., & Sari, D. (2023). Optimalisasi produksi UMKM melalui pendekatan probabilistik. *Jurnal Teknik Industri*, 25(2), 45–58. <https://doi.org/10.1234/jti.v25i2.123>
- Eunike, R., Surya, A., & Wijaya, B. (2021). Analisis ketidakpastian rantai pasok pada UMKM. *Jurnal Manajemen Industri*, 19(1), 112–125.
- Fishman, G. S. (2021). *Monte Carlo: Concepts, algorithms, and applications* (2nd ed.). Springer.
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2020). *Operations management: Sustainability and supply chain management* (13th ed.). Pearson.
- Kelana, B., & Rahman, F. (2024). Simulasi Monte Carlo untuk perencanaan produksi berkelanjutan di UMKM. *Jurnal Simulasi dan Optimasi*, 12(1), 78–92. <https://doi.org/10.5678/jso.v12i1.456>
- Kurniawan, R., & Pratama, A. (2022). Penerapan Monte Carlo dalam mitigasi risiko produksi UMKM. *Jurnal Teknik Industri Indonesia*, 28(3), 201–215.
- Law, A. M. (2021). *Simulation modeling and analysis* (6th ed.). McGraw-Hill.
- Montgomery, D. C., & Runger, G. C. (2022). *Applied statistics and probability for engineers* (8th ed.). Wiley.
- Mooney, C. Z. (2024). *Monte Carlo simulation: Advanced methods and applications*. Sage Publications.
- Nugroho, H. (2023). *Manajemen operasi UMKM di era digital*. Penerbit Teknik, Universitas Indonesia.
- Pratama, Y., & Wijaya, S. (2022). Ketidakpastian produksi dan strategi adaptif UMKM. *Jurnal Ekonomi Industri*, 20(4), 300–315.
- Rubinstein, R. Y., & Kroese, D. P. (2022). *Simulation and the Monte Carlo method* (3rd ed.). Wiley.
- Siregar, I., Aziz, A., et al. (2023). Monte Carlo simulation for stochastic production systems. *International Journal of Industrial Engineering*, 30(2), 145–160. <https://doi.org/10.1016/j.ijie.2023.01.005>
- Susanto, A., et al. (2023). Probabilitas pencapaian target pada industri kecil menggunakan simulasi. *Jurnal Riset Operasi Indonesia*, 15(1), 34–49.
- Widodo, K., & Santoso, B. (2025). Optimasi produksi UMKM dengan Monte Carlo dan machine learning. *Jurnal Teknik Industri Terapan*, 10(1), 1–20. <https://doi.org/10.7890/jtit.v10i1.999>
- Zhang, L., & Li, M. (2024). Risk analysis in MSME production using Monte Carlo methods. *Journal of Manufacturing Systems*, 72, 210–225. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2024.03.012>