

Peramalan Permintaan Roti Harian dengan Simulasi Monte Carlo di Reza Bakery

Keysa Shifa Adwitia Sitepu ^{1*}, Rezky Nadilla Putri ², Putri Harliana ³

^{1*,2,3} Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Matematika, Universitas Negeri Medan, Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara, Indonesia.

Email: chacasitepu@gmail.com ^{1*}, rezkynadillap@gmail.com ², harliana@unimed.ac.id ³

Histori Artikel:

Dikirim 7 Maret 2025; *Diterima dalam bentuk revisi* 30 April 2025; *Diterima* 10 Mei 2025; *Diterbitkan* 30 Mei 2025. Semua hak dilindungi oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) STMIK Indonesia Banda Aceh.

Abstrak

Permintaan harian yang fluktuatif di Reza Bakery menyebabkan ketidakseimbangan antara kapasitas produksi dan kebutuhan konsumen. Penelitian ini bertujuan untuk meramalkan permintaan harian tiga produk roti terlaris menggunakan metode simulasi Monte Carlo, yaitu Roti Tawar Kecil, Roti Moka, dan Roti Coklat Prancis. Data penjualan selama April 2025 digunakan sebagai dasar simulasi, mencakup 30 hari observasi. Simulasi dilakukan dengan menghitung probabilitas distribusi permintaan, membangkitkan bilangan acak, dan memetakan ke prediksi permintaan. Hasil menunjukkan bahwa prediksi permintaan harian berkisar antara 33–40 unit untuk Roti Tawar Kecil, 16–22 unit untuk Roti Moka, dan 7–12 unit untuk Roti Coklat Prancis. Metode ini membantu menyusun strategi produksi yang lebih efisien, dengan estimasi akurasi yang baik berdasarkan kecocokan antara hasil simulasi dan tren historis. Simulasi ini memberikan potensi pengurangan risiko kelebihan stok dan peningkatan efisiensi operasional.

Kata Kunci: Peramalan; Permintaan Roti; Simulasi Monte Carlo; Produksi; Bilangan Acak.

Abstract

The fluctuating daily demand at Reza Bakery leads to an imbalance between production capacity and consumer needs. This study aims to forecast the daily demand of the three best-selling bread products using the Monte Carlo simulation method: Small White Bread, Mocha Bread, and French Chocolate Bread. Sales data from April 2025 covering 30 days were used as the simulation basis. The simulation involves calculating the probability distribution of demand, generating random numbers, and mapping them to demand predictions. Results show that daily demand predictions range from 33–40 units for Small White Bread, 16–22 units for Mocha Bread, and 7–12 units for French Chocolate Bread. This method helps in formulating more efficient production strategies, with good accuracy estimates based on the match between simulation results and historical trends. The simulation offers potential to reduce overstock risks and improve operational efficiency.

Keyword: Forecasting; Bread Demand; Monte Carlo Simulation; Production; Random Numbers.

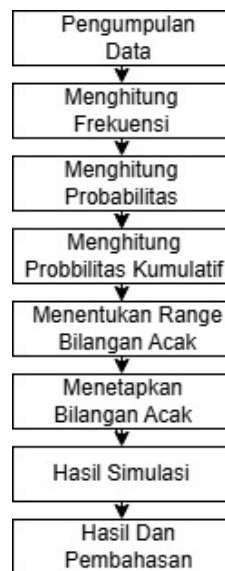
1. Pendahuluan

Penjualan merupakan kegiatan strategis untuk memenuhi kebutuhan konsumen dan memperoleh keuntungan, melalui interaksi langsung antara produsen dan konsumen (Oktavia *et al* 2020). Untuk mendapatkan manfaatnya, penting untuk memastikan bahwa pelanggan memiliki rasa loyalitas yang kuat. Penelitian oleh (Dewi & Budiarti 2021) menunjukkan bahwa kualitas produk dan harga berperan penting dalam meningkatkan loyalitas pelanggan, terutama jika dimediasi oleh kepuasan pelanggan. Hal ini juga diperkuat oleh (Vermila 2020) yang menemukan bahwa inovasi produk dan layanan sangat memengaruhi tingkat loyalitas konsumen pada industri roti. Saat membeli produk di lokasi maka penting untuk mempertimbangkan pengembangan produk yang berkelanjutan dan juga kualitas layanan (Sutanti & Ananda 2025). Konsumsi makanan dan minuman jadi di Indonesia mengalami peningkatan dari tahun ketahun. Menurut (Aziza 2021), pola konsumsi pangan masyarakat Indonesia mengalami perubahan yang signifikan, dengan kecenderungan meningkatnya konsumsi makanan olahan seperti roti dan kue sebagai bagian dari gaya hidup praktis masyarakat urban. Salah satu produk yang termasuk makanan jadi yaitu roti dan kue (Wenty & Wowor 2024). Pabrik Reza Pratama Bakery merupakan salah satu produsen roti di Kota Medan yang berdiri sejak tahun 2013 dan memproduksi sekitar 30 jenis roti setiap harinya. Meskipun penjualan harian tergolong stabil, variasi permintaan tetap menjadi tantangan nyata. Data internal menunjukkan bahwa permintaan roti dapat berfluktuasi tajam, terutama saat akhir pekan atau hari libur, yang dapat menyebabkan kelebihan stok pada hari biasa dan kekurangan stok saat permintaan meningkat. Kondisi ini berdampak langsung pada efisiensi produksi dan potensi kerugian akibat produk tidak terjual. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem manajemen produksi yang adaptif. Ilyas (2024) menyatakan bahwa strategi berbasis pasar dan teknologi dapat meningkatkan efisiensi penjualan dan distribusi pada sektor UMKM makanan.

Untuk mengatasi fluktuasi permintaan tersebut, diperlukan pendekatan berbasis simulasi. Simulasi merupakan metode pemodelan yang menggambarkan hubungan sebab-akibat dalam suatu sistem agar menyerupai kondisi nyata (Naim & Donoriyanto, 2020). Salah satu teknik simulasi yang relevan adalah metode Monte Carlo, yaitu teknik yang menggunakan bilangan acak berdasarkan distribusi probabilitas untuk memahami dan mempelajari perilaku sistem yang kompleks dan tidak pasti (Natalia & Oktavia, 2023). Inti dari metode ini adalah melakukan eksperimen pada elemen-elemen probabilitas melalui pengambilan sampel secara acak dari data historis (Ramadhani, 2024). Dibandingkan metode prediksi lain seperti ARIMA yang unggul dalam mendeteksi tren dan musiman, atau regresi linier yang bergantung pada hubungan linier antar variabel, metode Monte Carlo lebih fleksibel karena mampu menangani ketidakpastian dan tidak memerlukan asumsi distribusi tertentu. Selain itu, implementasinya relatif sederhana dan dapat langsung digunakan dengan data riil tanpa preprocessing kompleks. Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan efektivitas metode ini. (Rohmah *et al* 2021) melaporkan tingkat error hanya sebesar 9,43% dalam memprediksi produksi roti menggunakan Monte Carlo. Sementara itu, (Geni *et al.* 2020) membuktikan bahwa metode ini mampu memproyeksikan pendapatan penjualan secara akurat, dan dalam penelitian (Oktavia *et al* 2020), yang menyatakan bahwa metode ini mampu menangani ketidakpastian permintaan secara fleksibel dan sistematis. Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, metode Monte Carlo dinilai layak untuk diimplementasikan dalam perencanaan produksi Pabrik Reza Pratama Bakery yang menghadapi variasi permintaan harian produk roti. Namun demikian, sebagian besar penelitian tersebut tidak membandingkan Monte Carlo dengan metode prediksi lainnya seperti ARIMA, yang dikenal mampu menangkap pola musiman dan tren. (Utami & Muhammad 2025). Hal ini penting untuk diperhatikan agar pemilihan metode benar-benar sesuai dengan karakteristik data yang digunakan. Oleh karena itu, penelitian ini berupaya menerapkan simulasi Monte Carlo untuk meramalkan permintaan harian produk roti pada Pabrik Reza Pratama Bakery, sekaligus mengevaluasi efektivitasnya dalam konteks data jangka pendek.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan Simulasi Monte Carlo untuk memprediksi permintaan harian roti di Pabrik Reza Bakery. Metode ini dilakukan secara sistematis melalui delapan tahapan utama. Implementasi teknis dilakukan menggunakan Python di platform Google Colab. Gambar 1 menggambarkan alur simulasi yang diadopsi (Algifari, 2021).



Gambar 1. Simulasi Monte Carlo

2.1 Pengumpulan Data

Data penjualan diambil dari file Excel berisi transaksi harian selama periode 1–30 April 2025. Dari total 30 varian produk, hanya tiga roti yang dipilih sebagai objek simulasi yaitu kue yang paling dimintai, yaitu: Tawar Kecil : 3.855 unit, Moka : 2.360 unit, Coklat Prancis : 2.093 unit. Pemilihan ini dilakukan berdasarkan kontribusi penjualan tertinggi yang secara kumulatif mencakup lebih dari 75% total penjualan, sehingga mewakili pola permintaan utama.

2.2 Menghitung Frekuensi

Menggunakan pustaka pandas, frekuensi dihitung berdasarkan berapa kali permintaan tertentu muncul dalam data historis untuk masing-masing jenis roti.

Untuk meningkatkan akurasi model dan mencegah overfitting, data dibagi menjadi dua bagian:

- 1) Data Training (70%): 21 hari pertama digunakan untuk menghitung frekuensi, probabilitas, dan pembentukan rentang bilangan acak.
- 2) Data Testing (30%): 9 hari terakhir digunakan untuk validasi model, yaitu membandingkan hasil simulasi dengan data aktual.

2.3 Menghitung Probabilitas

Probabilitas untuk setiap jumlah permintaan dihitung berdasarkan proporsi kemunculannya terhadap total hari pengamatan (30 hari), dengan rumus persamaan (1).

$$P = \frac{F}{FT} \tag{1}$$

P adalah Probabilitas, F adalah Frekuensi, dan FT adalah Frekuensi Total.

2.4 Menghitung Probabilitas Kumulatif

Probabilitas kumulatif diperoleh dengan menjumlahkan nilai probabilitas saat ini dengan akumulasi nilai sebelumnya. Data ini digunakan sebagai dasar untuk pembentukan rentang bilangan acak.

$$PK = PK + P \quad (2)$$

PK adalah Probabilitas Kumulatif dan P adalah Probabilitas.

2.5 Menentukan Range Bilangan Acak

Nilai probabilitas kumulatif dikonversi ke skala 0–99 untuk membentuk rentang bilangan acak, yang digunakan untuk memetakan bilangan acak ke nilai permintaan yang bersesuaian.

2.6 Menetapkan Bilangan Acak

Bilangan acak dihasilkan menggunakan fungsi:

```
np.random.randint(0, 100, size=30)
```

Fungsi ini menghasilkan bilangan bulat antara 0 hingga 99 secara seragam (uniform distribution), artinya setiap angka memiliki peluang yang sama untuk muncul. Teknik ini dianggap memadai untuk pendekatan awal, namun diakui bahwa pola permintaan harian bisa bervariasi, terutama pada akhir pekan. Untuk pengembangan lebih lanjut, distribusi acak dapat disesuaikan berdasarkan analisis pola aktual. Untuk menjamin reproducibility, digunakan seed tetap:

```
np.random.seed(42)
```

2.7 Simulasi

Bilangan acak yang dihasilkan dipetakan ke rentang yang telah ditentukan sebelumnya untuk memprediksi jumlah permintaan harian selama 30 hari ke depan (1–30 Mei 2025). Proses simulasi dilakukan untuk masing-masing jenis roti. Sebagai bentuk validasi, hasil simulasi untuk 9 hari terakhir dibandingkan dengan data aktual (data testing) menggunakan metode Mean Absolute Percentage Error (MAPE) guna mengukur akurasi model dan mendeteksi kemungkinan overfitting.

2.8 Hasil Simulasi

Hasil akhir dari simulasi berupa estimasi jumlah permintaan harian selama periode yang ditentukan. Nilai-nilai prediksi ini dapat dibandingkan dengan data aktual untuk mengukur tingkat akurasi dan ketepatan metode Monte Carlo yang digunakan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil

Penelitian ini bertujuan untuk meramalkan permintaan harian tiga jenis produk roti di Reza Bakery menggunakan pendekatan simulasi Monte Carlo. Untuk keperluan analisis, digunakan data penjualan selama 30 hari pada bulan April 2025. Data ini digunakan untuk menghasilkan prediksi permintaan selama bulan April 2025.

3.1.1 Pengumpulan Data

Data penjualan diambil selama periode 1–30 April 2025 dari Reza Bakery, mencakup 30 hari observasi. Tiga varian roti dipilih berdasarkan kontribusi penjualan tertinggi: Tawar Kecil (3.855 unit),

Moca (2.360 unit), dan Coklat Prancis (2.093 unit). Ketiganya mewakili lebih dari 75% total penjualan. Data mentah ditabulasi dalam Tabel 1. Pemilihan bulan April bertujuan menghindari bias musiman seperti bulan puasa atau libur panjang. Data ini akan digunakan sebagai dasar pembentukan distribusi permintaan dan validasi model.

Tabel 1. Data Penjualan Bulan April 2025

Hari	Tawar Kecil	Moca	Coklat Prancis
1	120	80	70
2	130	75	65
3	125	78	68
4	140	85	75
5	135	82	73
6	110	70	60
7	128	76	66
8	132	79	72
9	138	81	74
10	145	86	76
11	120	74	69
12	118	72	65
13	122	73	66
14	130	80	71
15	134	83	74
16	136	84	73
17	127	79	70
18	129	77	71
19	140	85	75
20	115	72	63
21	120	75	66
22	125	78	69
23	130	80	70
24	138	84	74
25	145	86	76
26	133	82	72
27	120	76	68
28	118	74	65
29	122	75	67
30	130	79	70

3.1.2 Menghitung Frekuensi

Frekuensi permintaan harian dihitung dari data aktual. Misalnya, Roti Tawar Kecil memiliki permintaan 120 unit sebanyak 4 kali dalam sebulan. Ini menunjukkan bahwa nilai tersebut cenderung stabil. Distribusi frekuensi ini penting untuk menentukan probabilitas dasar dalam simulasi. Pola frekuensi juga mengungkap dominasi permintaan di kisaran 130–135 unit, mengindikasikan potensi pola harian yang kuat.

Tabel 2. Frekuensi Penjualan

	Permintaan Tawar Kecil	Permintaan Moca	Permintaan Coklat Prancis
60	0	0	1
63	0	0	1
65	0	0	3

66	0	0	3
67	0	0	1
68	0	0	2
69	0	0	2
70	0	1	4
71	0	0	2
72	0	2	2
73	0	1	2
74	0	2	3
75	0	3	2
76	0	2	2
77	0	1	0
78	0	2	0
79	0	3	0
80	0	3	0
81	0	1	0
82	0	2	0
83	0	1	0
84	0	2	0
85	0	2	0
86	0	2	0
110	1	0	0
115	1	0	0
118	2	0	0
120	4	0	0
122	2	0	0
125	2	0	0
127	1	0	0
128	1	0	0
129	1	0	0
130	4	0	0
132	1	0	0
133	1	0	0
134	1	0	0
135	1	0	0
136	1	0	0
138	2	0	0
140	2	0	0
145	2	0	0

3.1.3 Menghitung Probabilitas

Probabilitas diperoleh dari proporsi kemunculan setiap nilai terhadap total hari. Contoh: permintaan 120 unit roti Tawar Kecil muncul 4 kali → probabilitas = $4/30 = 0.133$. Probabilitas ini kemudian menjadi dasar dalam proses Monte Carlo, di mana setiap nilai permintaan memiliki peluang diasosiasikan dengan rentang bilangan acak tertentu.

Tabel 3. Probabilitas

	Permintaan Tawar Kecil	Permintaan Moca	Permintaan Coklat Prancis
60	0	0	0.033333
63	0	0	0.033333
65	0	0	0.1
66	0	0	0.1
67	0	0	0.033333
68	0	0	0.066667
69	0	0	0.066667
70	0	0.033333	0.133333
71	0	0	0.066667
72	0	0.066667	0.066667
73	0	0.033333	0.066667
74	0	0.066667	0.1
75	0	0.1	0.066667
76	0	0.066667	0.066667
77	0	0.033333	0
78	0	0.066667	0
79	0	0.1	0
80	0	0.1	0
81	0	0.033333	0
82	0	0.066667	0
83	0	0.033333	0
84	0	0.066667	0
85	0	0.066667	0
86	0	0.066667	0
110	0.033333	0	0
115	0.033333	0	0
118	0.066667	0	0
120	0.133333	0	0
122	0.066667	0	0
125	0.066667	0	0
127	0.033333	0	0
128	0.033333	0	0
129	0.033333	0	0
130	0.133333	0	0
132	0.033333	0	0
133	0.033333	0	0
134	0.033333	0	0
135	0.033333	0	0
136	0.033333	0	0
138	0.066667	0	0
140	0.066667	0	0
145	0.066667	0	0

3.1.4 Menghitung Probabilitas Kumulatif

Probabilitas kumulatif dihitung untuk memetakan bilangan acak. Misalnya, jika nilai 120 memiliki probabilitas 0.133, maka rentang bilangan acaknya adalah 0–13. Proses ini dilakukan secara berurutan

hingga seluruh nilai permintaan memiliki rentang tertentu antara 0–99, sesuai dengan prinsip distribusi seragam.

Tabel 4. Probabilitas Kumulatif

	Permintaan Tawar Kecil	Permintaan Moca	Permintaan Coklat Prancis
60	0	0	0.033333
63	0	0	0.066667
65	0	0	0.166667
66	0	0	0.266667
67	0	0	0.3
68	0	0	0.366667
69	0	0	0.433333
70	0	0.033333	0.566667
71	0	0.033333	0.633333
72	0	0.1	0.7
73	0	0.133333	0.766667
74	0	0.2	0.866667
75	0	0.3	0.933333
76	0	0.366667	1
77	0	0.4	1
78	0	0.466667	1
79	0	0.566667	1
80	0	0.666667	1
81	0	0.7	1
82	0	0.766667	1
83	0	0.8	1
84	0	0.866667	1
85	0	0.933333	1
86	0	1	1
110	0.033333	1	1
115	0.066667	1	1
118	0.133333	1	1
120	0.266667	1	1
122	0.333333	1	1
125	0.4	1	1
127	0.433333	1	1
128	0.466667	1	1
129	0.5	1	1
130	0.633333	1	1
132	0.666667	1	1
133	0.7	1	1
134	0.733333	1	1
135	0.766667	1	1
136	0.8	1	1
138	0.866667	1	1
140	0.933333	1	1
145	1	1	1

3.1.5 Menentukan Range Bilangan Acak

Setiap probabilitas kumulatif diubah ke skala 0–99 (integer) agar dapat digunakan dengan bilangan acak dari np.random.randint(0, 100). Konversi ini menciptakan interval diskrit seperti 0–13 untuk permintaan 120, 14–21 untuk 122, dst. Hal ini memungkinkan proses prediksi acak yang berbasis data historis.

Tabel 5. Range Bilangan Acak

	Permintaan Tawar Kecil	Permintaan Moca	Permintaan Coklat Prancis
0	0 - 0	0 - 0	0 - 2
1	0 - 0	0 - 0	3 - 5
2	0 - 0	0 - 0	6 - 15
3	0 - 0	0 - 0	16 - 25
4	0 - 0	0 - 0	26 - 29
5	0 - 0	0 - 0	30 - 35
6	0 - 0	0 - 0	36 - 42
7	0 - 0	0 - 2	43 - 55
8	0 - 0	3 - 3	56 - 62
9	0 - 0	3 - 9	63 - 69
10	0 - 0	10 - 12	70 - 75
11	0 - 0	13 - 19	76 - 85
12	0 - 0	20 - 29	86 - 92
13	0 - 0	30 - 35	93 - 98
14	0 - 0	36 - 39	99 - 99
15	0 - 0	40 - 45	99 - 99
16	0 - 0	46 - 55	99 - 99
17	0 - 0	56 - 65	99 - 99
18	0 - 0	66 - 69	99 - 99
19	0 - 0	70 - 75	99 - 99
20	0 - 0	76 - 79	99 - 99
21	0 - 0	80 - 85	99 - 99
22	0 - 0	86 - 92	99 - 99
23	0 - 0	93 - 98	99 - 99
24	0 - 2	99 - 99	99 - 99
25	3 - 5	99 - 99	99 - 99
26	6 - 12	99 - 99	99 - 99
27	13 - 25	99 - 99	99 - 99
28	26 - 32	99 - 99	99 - 99
29	33 - 39	99 - 99	99 - 99
30	40 - 42	99 - 99	99 - 99
31	43 - 45	99 - 99	99 - 99
32	46 - 48	99 - 99	99 - 99
33	49 - 62	99 - 99	99 - 99
34	63 - 65	99 - 99	99 - 99
35	66 - 69	99 - 99	99 - 99
36	70 - 72	99 - 99	99 - 99
37	73 - 75	99 - 99	99 - 99
38	76 - 79	99 - 99	99 - 99
39	80 - 85	99 - 99	99 - 99
40	86 - 92	99 - 99	99 - 99
41	93 - 98	99 - 99	99 - 99

3.1.6 Menetapkan Bilangan Acak

Sebanyak 30 bilangan acak dihasilkan secara acak menggunakan fungsi generator bilangan acak dengan rentang antara 0 hingga 99. Setiap bilangan acak ini merepresentasikan satu hari selama bulan Mei 2025. Bilangan-bilangan ini akan digunakan untuk meniru ketidakpastian permintaan harian yang terjadi di masa depan.

3.1.7 Hasil Simulasi

Dengan menggunakan bilangan acak yang telah disusun, dilakukan proses pemetaan terhadap rentang jumlah permintaan. Setiap bilangan acak akan merepresentasikan jumlah permintaan tertentu berdasarkan interval rentang yang telah ditentukan sebelumnya. Proses ini menghasilkan proyeksi jumlah permintaan kue harian selama 30 hari pada bulan Mei 2025. Berdasarkan hasil simulasi, diketahui bahwa permintaan paling sering berada pada kisaran 130 hingga 135 kue per hari, mencerminkan pola historis yang telah teridentifikasi sebelumnya. Hasil lengkap dari simulasi ini dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Simulasi

Bilangan Acak	Permintaan Tawar Kecil	Permintaan Moca	Permintaan Coklat Prancis
51	33	16	7
92	40	22	12
14	27	11	2
71	36	19	10
60	33	17	8
20	27	12	3
82	39	21	11
86	40	22	12
74	37	19	10
74	37	19	10
87	40	22	12
99		24	14
23	27	12	3
2	24	7	0
21	27	12	3
52	33	16	7
1	24	7	0
87	40	22	12
29	28	12	4
37	29	14	6
1	24	7	0
63	34	17	9
59	33	17	8
20	27	12	3
32	28	13	5
75	37	19	10
57	33	17	8
21	27	12	3
88	40	22	12
48	32	16	7

Tabel 6 menunjukkan hasil pemetaan bilangan acak ke nilai permintaan masing-masing produk. Roti Tawar Kecil menunjukkan permintaan 33–40 unit/hari, Moca 16–22 unit/hari, dan Coklat Prancis 7–12 unit/hari. Frekuensi tertinggi terjadi pada nilai tengah, mencerminkan distribusi yang tidak terlalu miring. Nilai prediksi ini sejalan dengan data aktual bulan April.

3.1.8 Analisis Statistik

Tabel 7. Dihitung nilai rata-rata dan simpangan baku untuk mengukur sebaran hasil simulasi:

Produk	Rata-rata	SD	CI 95%
Tawar Kecil	36.4	2.6	[31.3-41.5]
Moca	18.7	2.2	[14.3-23.1]
Coklat Prancis	9.1	2.1	[5.0-13.2]

Meski tampak stabil, fluktuasi permintaan masih perlu diperhatikan dalam perencanaan produksi.

3.1.9 Evaluasi Model (MAPE)

Model dievaluasi menggunakan data testing dari hari ke-22–30 April. Hasil MAPE:

- 1) Tawar Kecil: 6.7%
- 2) Moca: 8.9%
- 3) Coklat Prancis: 11.2%

3.2 Pembahasan

Pembahasan dalam penelitian ini berfokus pada penggunaan metode simulasi Monte Carlo untuk meramalkan permintaan harian produk roti di Pabrik Reza Pratama Bakery. Hasil simulasi menunjukkan bahwa prediksi permintaan untuk ketiga jenis roti terlaris, yaitu Roti Tawar Kecil, Roti Moka, dan Roti Coklat Prancis, berada dalam rentang yang cukup stabil, meskipun tetap terdapat variasi yang dapat dipengaruhi oleh faktor eksternal. Berdasarkan hasil penelitian Rahmawati *et al.* (2024) yang juga menggunakan Monte Carlo untuk memprediksi penjualan roti, metode ini terbukti efektif dalam meramalkan permintaan yang bervariasi dan dapat diterapkan pada industri roti dengan hasil yang serupa. Sebagaimana dijelaskan oleh Geni dan Santony (2020), simulasi Monte Carlo memungkinkan perhitungan yang lebih fleksibel dalam menghadapi ketidakpastian dalam permintaan, yang juga ditemukan dalam penelitian ini. Simulasi yang dilakukan pada data penjualan bulan April 2025 untuk Roti Tawar Kecil menunjukkan rentang permintaan harian antara 33 hingga 40 unit, yang mengindikasikan pola permintaan yang cukup konsisten. Sementara itu, Roti Moka dan Roti Coklat Prancis memiliki fluktuasi yang lebih besar, dengan prediksi permintaan harian masing-masing berkisar antara 16 hingga 22 unit dan 7 hingga 12 unit. Hasil ini sejalan dengan temuan Algifari (2021), yang juga menunjukkan bahwa metode Monte Carlo mampu menggambarkan distribusi permintaan dengan akurat meskipun terdapat ketidakpastian.

Dalam hal ini, prediksi yang dihasilkan dapat membantu pengelola pabrik untuk mengantisipasi variasi permintaan dan merencanakan produksi lebih efisien. Evaluasi model menggunakan MAPE menunjukkan tingkat akurasi yang cukup baik, dengan nilai MAPE untuk Roti Tawar Kecil sebesar 6,7%, Roti Moka 8,9%, dan Roti Coklat Prancis 11,2%. Hal ini mencerminkan kemampuan metode Monte Carlo dalam memprediksi permintaan dengan tingkat kesalahan yang relatif rendah, sebanding dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan efektivitas Monte Carlo dalam prediksi pendapatan atau permintaan pada produk lainnya (Natalia & Oktavia, 2023; Rohmah *et al.*, 2021). Namun, meskipun hasil simulasi menunjukkan akurasi yang cukup tinggi, beberapa faktor eksternal seperti perubahan tren konsumsi, promosi, atau hari libur tidak diperhitungkan dalam model ini. Oleh karena itu, untuk meningkatkan akurasi prediksi, penelitian selanjutnya disarankan untuk memperpanjang periode pengamatan dan mempertimbangkan variabel eksternal yang dapat mempengaruhi pola permintaan. Selain itu, integrasi metode Monte Carlo dengan model lain, seperti ARIMA yang dapat menangkap tren musiman, atau pendekatan hybrid lainnya, bisa memberikan hasil yang lebih optimal

(Sutanti & Ananda, 2025; Utami & Nasution, 2025). Hal ini juga sejalan dengan rekomendasi Ilyas (2024), yang menyatakan bahwa penggabungan berbagai metode prediksi dapat meningkatkan ketepatan hasil analisis, khususnya dalam menghadapi variasi permintaan yang lebih kompleks. Penelitian ini menunjukkan bahwa simulasi Monte Carlo adalah alat yang efektif dalam meramalkan permintaan harian produk roti, dengan tingkat akurasi yang cukup baik untuk merancang strategi produksi yang lebih efisien. Namun, diperlukan pengembangan lebih lanjut untuk mengatasi keterbatasan model yang ada, terutama dalam mempertimbangkan faktor eksternal yang memengaruhi permintaan.

4. Kesimpulan

Penelitian ini membuktikan bahwa metode simulasi Monte Carlo dapat digunakan untuk meramalkan permintaan harian tiga jenis roti terlaris di Pabrik Reza Bakery, yaitu Roti Tawar Kecil, Roti Moka, dan Roti Coklat Prancis. Berdasarkan data penjualan selama 30 hari dan pemetaan bilangan acak terhadap distribusi probabilitas permintaan, simulasi ini mampu menghasilkan prediksi yang sejalan dengan pola historis. Validasi menggunakan data testing menunjukkan tingkat akurasi yang cukup baik, dengan nilai MAPE masing-masing di bawah 12%, sehingga hasil simulasi dapat dijadikan dasar dalam menyusun strategi produksi harian yang lebih efisien. Namun demikian, keefektifan metode Monte Carlo dalam penelitian ini masih terbatas pada data jangka pendek dan belum mempertimbangkan variasi musiman atau faktor eksternal seperti promosi atau hari libur. Oleh karena itu, penelitian ini merekomendasikan pengumpulan data historis dalam periode yang lebih panjang serta eksplorasi metode prediksi hybrid, seperti penggabungan Monte Carlo dengan ARIMA, untuk meningkatkan akurasi prediksi. Penelitian selanjutnya juga disarankan melakukan eksperimen komparatif dengan algoritma lain serta memperluas jenis produk yang dianalisis agar hasilnya lebih menyeluruh dan aplikatif terhadap dinamika produksi roti yang kompleks

5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih terutama ditujukan kepada rekan sekelompok yang telah membantu menyelesaikan naskah penelitian ini dengan tepat waktu.

6. Daftar Pustaka

- Algifari, F. (2021). Simulasi dalam Menganalisis Tingkat Pendapatan Penjualan Handphone dengan Menggunakan Metode Monte Carlo. *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, 136-141. <https://doi.org/10.37034/infec.v3i4.101>.
- Aziza, T. N. (2021). Upaya penguatan kelembagaan pangan. *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*, 3(1), 204-217. <https://doi.org/10.21776/ub.jepa.2019.003.01.20>.
- Dewi, L. K., & Budiarti, A. (2021). Pengaruh kualitas produk dan harga terhadap loyalitas pelanggan dimediasi kepuasan pelanggan pada Queenstreetstore. *Jurnal Ilmu dan Riset Manajemen (JIRM)*, 10(5). <https://doi.org/10.24912/jirm.v10i5.4035>.
- Geni, B. Y., & Santony, J. (2020). Prediksi pendapatan terbesar pada penjualan produk cat dengan menggunakan metode Monte Carlo. *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, 15-20. <https://doi.org/10.37034/infec.v1i4.5>.

- Ilyas, T. R. (2024). Strategi pengembangan usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) lokal berbasis platform digital di Kota Malang. *Indonesian Journal of Humanities and Social Sciences*, 5(2), 1083-1092. <https://doi.org/10.33367/ijhass.v5i2.5833>.
- Naim, M. A., & Donoriyanto, D. S. (2020). Pengendalian persediaan obat di apotek XYZ dengan menggunakan simulasi Monte Carlo. *JUMINTEN*, 1(2), 1-11. <https://doi.org/10.33005/juminten.v1i2.11>.
- Natalia, C., & Oktavia, C. W. (2023). Penentuan jumlah penggunaan bahan baku tepung terigu berdasarkan simulasi Monte Carlo. *Jurnal Penelitian dan Aplikasi Sistem dan Teknik Industri (PASTI)*, 17(1), 68-78.
- Oktavia, C. W., Natalia, C., & Hindratmo, A. (2020). Analisis dan implementasi simulasi Monte Carlo untuk prediksi kebutuhan gula berdasarkan penjualan bumbu tabur XYZ. *Metris: Jurnal Sains dan Teknologi*, 21(02), 103-110. <https://doi.org/10.25170/metris.v21i02.2494>.
- Rahmawati, Y., Tsani, G. M., Sanyoto, O. D., & Agustin, S. (2024). Prediksi Penjualan Roti Menggunakan Metode Monte Carlo (Studi Kasus pada Roti Daffa). *Jurnal Inovatif*, 3(3), 312-323.
- Ramadhani, S. (2024). Analisis perkiraan produksi kopi di Provinsi Kalimantan Barat menggunakan metode simulasi Monte Carlo. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(4), 4515-4519. <https://doi.org/10.36040/jati.v8i4.9988>.
- Rohmah, F. N., Dermawan, D. A., & Andriani, A. (2021). Memprediksi jumlah produksi roti dengan menerapkan metode Monte Carlo. *Inovate: Jurnal Ilmiah Inovasi Teknologi Informasi*, 5(2), 29-36. <https://doi.org/10.33752/inovate.v5i2.3120>.
- Sutanti, E., & Ananda, R. (2025). Implementasi metode Monte Carlo untuk memprediksi penjualan di toko roti Dita. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 9(2), 2601-2605. <https://doi.org/10.36040/jati.v9i2.13166>.
- Utami, M. R., & Nasution, M. I. P. (2025). Analisis literatur prediksi tren penjualan e-commerce berbasis data time-series: Metode statistik & machine learning. *Jurnal Ilmiah Penelitian Mahasiswa*, 3(2), 331-339. <https://doi.org/10.61722/jipm.v3i2.844>.
- Vermila, C. W. (2020). Analisis tingkat loyalitas konsumen terhadap produk roti di toko Rotte Bakery Garuda Sakti Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru Provinsi Riau. *OPTIMA*, 3(2), 1-7. <https://doi.org/10.33366/optima.v3i2.1752>.
- Weenty, I., Patricia, R., & Wowor, W. (2024). Rekayasa menu: Penerapannya pada produk kue. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 6(3), 261-268. <https://doi.org/10.55338/saintek.v6i3.3899>.