

PENERAPAN SIMULASI MONTE CARLO DALAM MEMPREDIKSI PERSEDIAAN BARANG JADI DI UMKM PIA NYAH SOLO

Siti Chayaning Putri, Arinda Soraya Putri
Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah
Surakarta

Abstrak

UMKM Pia Nyah Solo adalah UMKM yang bergerak di bidang pengolahan makanan di kota Surakarta. Objek penelitian ini berfokus pada bakpia dengan varian choco dan mix. Permasalahan yang dialami adalah adanya ketidakpastian jumlah persediaan barang atau produk jadi. Tujuan dari penelitian ini adalah meramalkan jumlah persediaan dengan data permintaan yang ada dengan Simulasi Monte Carlo, dan melakukan perbandingan antara hasil dan akurasi metode peramalan yang berbeda. Hasil simulasi menunjukkan jumlah permintaan varian choco sebanyak 6683 box dan jumlah permintaan varian mix sebanyak 5586 box. Dengan rata-rata permintaan varian choco 303 box dan 230 box untuk varian mix. Tingkat uji akurasi untuk varian choco menghasilkan nilai MAD sebesar 55.8; MSE sebesar 5434; MAPE sebesar 18%, untuk varian mix nilai MAD sebesar 52.9; MSE sebesar 4748.3; dan MAPE sebesar 19%, menunjukkan bahwa Simulasi Monte Carlo memiliki tingkat akurasi yang baik dibandingkan metode lain. Tingkat akurasi metode peramalan terendah dari metode *Single Moving Average* dengan periode 3. Dengan demikian, simulasi Monte Carlo lebih baik dalam merepresentasikan kondisi sebenarnya.

Kata Kunci: ketidakpastian, peramalan, Simulasi Monte Carlo, tingkat akurasi

Abstract

UMKM Pia Nyah Solo is an UMKM engaged in food processing in the city of Surakarta. The object of this research focuses on bakpia with choco and mix variants. The problem experienced is the uncertainty of the amount of inventory of goods or finished products. The purpose of this study is to forecast the amount of inventory with existing demand data with monte carlo simulation, and to compare the results and accuracy of different forecasting methods. The simulation results show that the total demand for the choco variant is 6683 boxes and the total demand for the mix variant is 5586 boxes. With an average demand for the choco variant of 303 boxes and 230 boxes for the mix variant. The accuracy test level for the choco variant produces a MAD value of 55.8; MSE of 5434; MAPE of 18%, for the mix variant the MAD value is 52.9; MSE of 4748.3; and MAPE of 19%, indicating that Monte Carlo simulation has a good level of accuracy compared to other methods. The accuracy level of the lowest forecasting method of the Single Moving Average method with period 3. Thus, Monte Carlo simulation is better at representing actual conditions.

Keywords: accuracy level, forecasting, Monte Carlo Simulation, uncertainty

1. PENDAHULUAN

Lingkungan manufaktur saat ini dipenuhi oleh kompleksitas yang disebabkan banyak faktor. Di antaranya perubahan permintaan pelanggan yang tidak terduga, fluktuasi pasokan serta faktor-faktor lain seperti fluktuasi harga dan kebijakan pemerintah juga dapat

mengakibatkan ketidakseimbangan supply dan demand (Pratiwi et al., 2023). Saat ini permintaan pelanggan telah menjadi lebih dinamis dari sebelumnya karena globalisasi yang sangat cepat (Sakib et al., 2023). Karena permintaan yang dinamis memungkinkan persediaan barang atau stok akan mengalami kekurangan atau kelebihan.

Masalah persediaan berlebihan atau kekurangan juga menjadi tantangan bagi UMKM Pia Nyah Solo. UMKM Pia Nyah Solo adalah salah satu jenis industri yang berkembang di bidang pengolahan makan dari bahan dasar margarin, minyak, gula, garam, dan paling utama yakni tepung terigu. Tepung terigu adalah salah satu makanan terpenting bagi masyarakat di seluruh dunia (Ma et al., 2022) UMKM Pia Nyah Solo telah berdiri sejak tahun 2018 yang terletak di daerah Banjarsari, kota Surakarta. Terdapat 4 rasa bakpia yang ada di UMKM Pia Nyah Solo antara lain yaitu coklat, keju, kacang ijo, mix peanut butter. Untuk saat ini UMKM Pia Nyah Solo setiap harinya hanya memproduksi rasa coklat dan mix peanut butter. Dalam proses produksi bakpia di UMKM Pia Nyah Solo memiliki beberapa tahapan yang dimulai dari membuat adonan, penggilingan, pengisian rasa, pengovenan, pendinginan, pengemasan. UMKM Pia Nyah Solo ini telah mendistribusikan bakpia ke berbagai toko oleh-oleh di Solo, Jogja, Malang, dan Subang. Jumlah produksi per harinya dapat mencapai 1300 pcs. Untuk memenuhi permintaan satu daerah memerlukan waktu untuk produksi selama 5 hari.

Perlu dilakukan peramalan persediaan barang jadi yang akurat dengan harapan dapat memperbaiki manajemen persediaan agar lebih efektif sehingga dapat memenuhi permintaan pembeli atau toko-toko yang telah bekerja sama. Kekurangan persediaan barang jadi dapat menyebabkan kehilangan pelanggan karena produk yang dibutuhkan tidak tersedia, sedangkan kelebihan persediaan dapat memicu resiko barang menjadi rusak atau usang (Miftahuljannah et al., 2023). Produk tersimpan sebab kebutuhan konsumen di waktu mendatang belum dapat dipastikan (Saputra et al., 2021). Penelitian ini juga penting mengingat beberapa rasa bakpia memiliki waktu simpan yang singkat. Dengan memprediksi persediaan barang jadi dapat mempertahankan atau mengendalikan kualitas (Ramadhani et al., 2023).

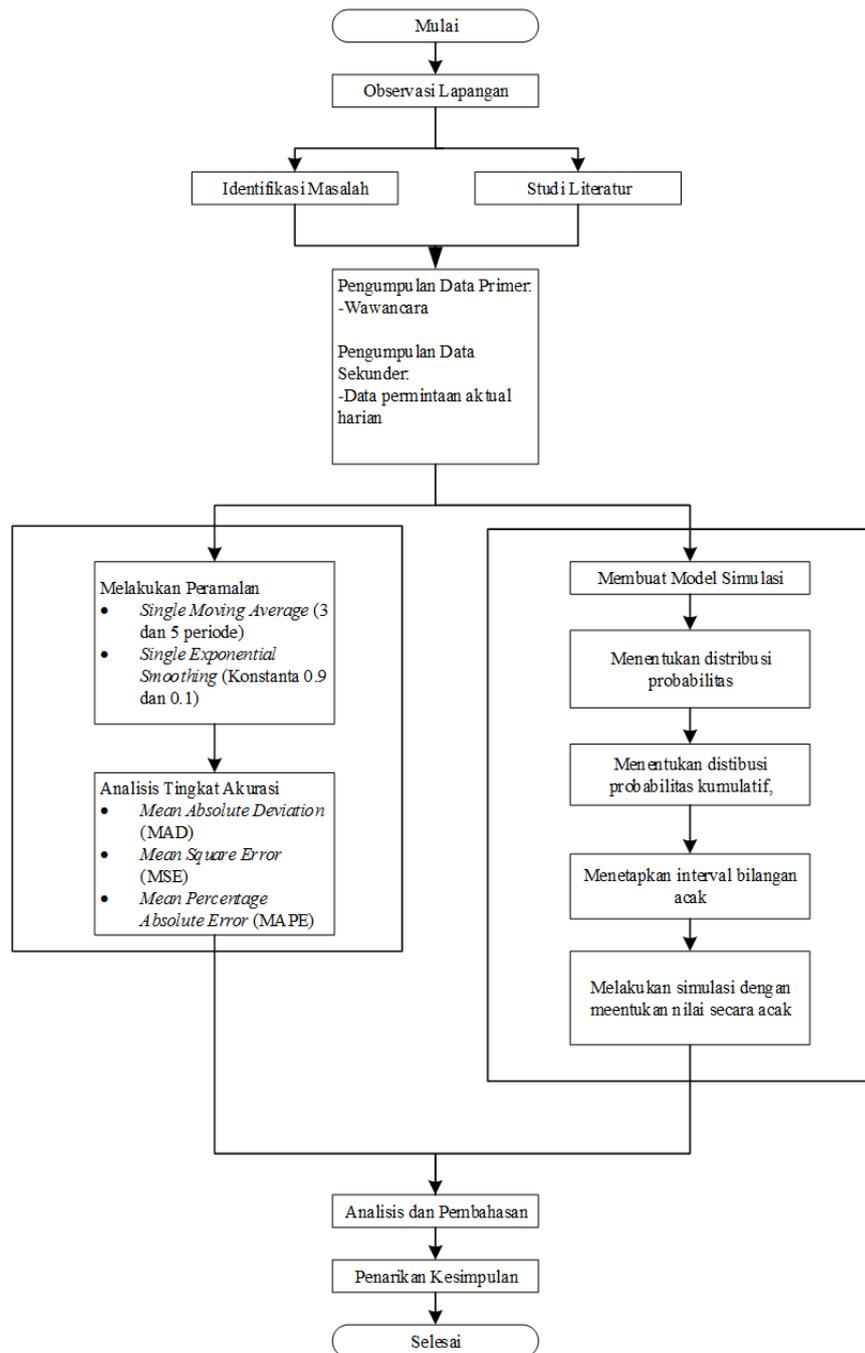
Pendekatan simulasi Monte Carlo yang digunakan untuk penelitian ini. Metode Monte Carlo adalah teknik simulasi yang menggunakan proses acak untuk memecahkan masalah dan memperkirakan ketidakpastian atau probabilitas perkiraan (Shaheen et al., 2021). Simulasi ini menggunakan data sebelumnya (data historis) untuk data training (Apri, 2019). Metode simulasi ini merupakan teknik pemecahan masalah yang kompleks secara numerik (Jevtić et al., 2023). Metode ini melibatkan pembuatan sejumlah besar simulasi model

dengan nilai parameter yang dipilih secara acak dalam rentang tertentu (Dehghan-Souraki et al., 2024). Tingkat presisi estimasi Monte Carlo dapat diukur, contohnya dalam hal variansinya dengan memproses sampel acak yang terkait (Acevedo et al., 2024).

Simulasi dengan metode Monte Carlo dapat diterapkan pada produk olahan pangan dengan masa kadaluarsanya relatif singkat (Ardiansah et al., 2019). Keuntungan metode Monte Carlo, sebagai metode yang mempunyai kategori uji statistik, yaitu mudah digunakan dan mudah dipahami (Fong et al., 2020). Metode ini menggunakan strong law of large number, yang bermakna bahwa semakin banyak semakin banyak simulasi yang digunakan, semakin baik pendekatan pada nilai riilnya (Mohamed et al., 2020). Teknik yang paling efektif untuk merencanakan dan mengambil keputusan adalah dengan melakukan peramalan (Petropoulos et al., 2022). Berdasarkan uraian permasalahan di atas metode simulasi Monte Carlo sangat tepat untuk memprediksi persediaan barang jadi di UMKM Pia Nyah Solo.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif yang dilakukan di UMKM Pia Nyah Solo, dengan fokus permasalahan pada ketidakpastian jumlah persediaan barang jadi di UMKM Pia Nyah Solo. Data yang digunakan terdiri dari data primer berupa informasi dari pihak terkait mengenai kondisi permasalahan, dan data sekunder yang berasal dari arsip perusahaan dan referensi pustaka. Populasi penelitian meliputi data permintaan bakpia varian choco dan mix karena kedua varian ini yang diproduksi setiap harinya, sementara sampel data yang digunakan adalah data periode bulan Januari sampai Mei tahun 2024. Memprediksi persediaan barang jadi atau barang yang akan dijual menggunakan data permintaan penting karena permintaan pasar adalah indikator utama kebutuhan persediaan. Dengan menganalisis data permintaan sebelumnya, perusahaan dapat memahami pola pembelian konsumen, tren musiman, dan perubahan perilaku yang memengaruhi jumlah barang yang diperlukan. Hal ini memungkinkan perusahaan untuk merencanakan persediaan secara akurat, menghindari kekurangan atau kelebihan stok yang dapat menyebabkan kehilangan penjualan atau biaya penyimpanan yang tinggi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, simulasi *Monte Carlo* dan metode peramalan *Single Exponential Smoothing* dan *Single Moving Average* sebagai pembanding. Tahapan penelitian ditunjukkan pada *flowchart* berikut:



Gambar 1. *Flowchart* Penelitian

Tahap pertama dalam pengolahan data yaitu melakukan peramalan permintaan menggunakan metode Single Exponential Smoothing yang merupakan metode peramalan bergerak yang memberikan bobot secara eksponensial dan peramalan menggunakan metode Single Moving Average yang mencari nilai rata-rata yang digunakan menjadi ramalan untuk periode berikutnya (Nurdiani & Alghofari, 2023). Metode Single Exponential Smoothing dilakukan dengan menggunakan parameter 0,1 dan 0,9. Penggunaan parameter 0,1 dikarenakan nilai 0,1 memberikan peramalan yang stabil dengan menekankan data historis, sedangkan parameter 0,9 lebih responsive terhadap perubahan. Pada metode Single Moving

Average menggunakan periode 3 dan 5 karena dapat menghaluskan data dalam jangka pendek dan menengah sehingga memberikan gambaran yang lebih baik tentang tren permintaan. Setelah dilakukan peramalan dilakukan perhitungan tingkat akurasi dari hasil yang diperoleh dengan menggunakan metode Mean Absolute Deviation (MAD), Mean Square Error (MSE), dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). MAD merupakan nilai rata-rata dari error didalam suatu peramalan dengan menggunakan nilai yang mutlak (absolut). MSE mempertimbangkan selisih antara nilai prediksi dan nilai sebenarnya, mengkuadratkannya (untuk menetapkan nilai positif) dan kemudian mengambil rata-rata dari seluruh nilai kuadrat tersebut. Perhitungan MAPE dihitung dengan merata-ratakan persentase absolut kesalahan di tiap periode dengan nilai observasi aktual pada periode tersebut (Khan et al., 2023).

Tahap berikutnya adalah melakukan simulasi Monte Carlo. Simulasi Monte Carlo bisa dikerjakan menggunakan langkah-langkah berikut:

- a. Menentukan distribusi probabilitas variabel, distribusi ini merupakan distribusi yang menggambarkan peluang dari sekumpulan variabel sebagai pengganti frekuensi (Jufriyanto, 2020). Distribusi probabilitas ditentukan dengan jumlah permintaan pada periode tertentu di bagi dengan total jumlah permintaan.
- b. Menentukan distribusi probabilitas kumulatif, pengelompokan interval atas dan bawah didasarkan pada distribusi probabilitas kumulatif. Distribusi ini didapatkan dengan menjumlahkan nilai distribusi probabilitas sebelumnya dengan jumlah nilai distribusi probabilitas.
- c. Menetapkan interval bilangan acak, nilai distribusi probabilitas kumulatif yang diperoleh pada tahap sebelumnya digunakan untuk membentuk interval angka acak yang akan digunakan untuk menentukan angka acak atau proses pembangkitan angka acak.
- d. Melakukan simulasi dengan menentukan nilai secara acak, membangkitkan angka acak terlebih dahulu, kemudian melakukan Simulasi Monte Carlo untuk melakukan pengujian model. Dalam Microsoft Excel, tabel bilangan acak dapat digunakan untuk menghasilkan bilangan acak dengan menggunakan rumus = Randbetween (1;100). Memasukkan bilangan bulat acak antara 1 dan 100 ditunjukkan dengan apa yang ada di dalam tanda kurung (1;100).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Peramalan

Peramalan dilakukan dengan menggunakan data historis permintaan bakpia varian choco

dan mix selama 20 periode. Peramalan dilakukan dengan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* dengan konstanta 0,1 dan 0,9 dan *Single Moving Average* 3 dan 5 periode. Perhitungan dengan 3 dan 5 periode pada metode SMA, serta konstanta 0.1 dan 0.9 pada metode SES untuk melihat variasi hasil peramalan ketika digunakan perhitungan yang mempertimbangkan fluktuasi data atau tidak dengan pemilihan metode tersebut.

Tabel 1. Hasil Peramalan *Single Exponential Smoothing*

| Choco | | | | Mix | | | |
|---------|--------|-----------|-------|---------|--------|-----------|-------|
| Periode | Aktual | Peramalan | | Periode | Aktual | Peramalan | |
| | | 0.1 | 0.9 | | | 0.1 | 0.9 |
| 1 | 202 | #N/A | #N/A | 1 | 162 | #N/A | #N/A |
| 2 | 206 | 202.0 | 202.0 | 2 | 192 | 162.0 | 162.0 |
| 3 | 288 | 202.4 | 205.6 | 3 | 242 | 165.0 | 189.0 |
| 4 | 295 | 211.0 | 279.8 | 4 | 267 | 172.7 | 236.7 |
| 5 | 175 | 219.4 | 293.5 | 5 | 181 | 182.1 | 264.0 |
| 6 | 188 | 214.9 | 186.8 | 6 | 202 | 182.0 | 189.3 |
| 7 | 246 | 212.2 | 187.9 | 7 | 262 | 184.0 | 200.7 |
| 8 | 315 | 215.6 | 240.2 | 8 | 276 | 191.8 | 255.9 |
| 9 | 320 | 225.6 | 307.5 | 9 | 313 | 200.2 | 274.0 |
| 10 | 484 | 235.0 | 318.8 | 10 | 432 | 211.5 | 309.1 |
| 11 | 362 | 259.9 | 467.5 | 11 | 380 | 233.6 | 419.7 |
| 12 | 457 | 270.1 | 372.5 | 12 | 320 | 248.2 | 384.0 |
| 13 | 420 | 288.8 | 448.6 | 13 | 249 | 255.4 | 326.4 |
| 14 | 239 | 301.9 | 422.9 | 14 | 148 | 254.7 | 256.7 |
| 15 | 275 | 295.6 | 257.4 | 15 | 241 | 244.1 | 158.9 |
| 16 | 510 | 293.6 | 273.2 | 16 | 286 | 243.8 | 232.8 |
| 17 | 230 | 315.2 | 486.3 | 17 | 246 | 248.0 | 280.7 |
| 18 | 283 | 306.7 | 255.6 | 18 | 231 | 247.8 | 249.5 |
| 19 | 472 | 304.3 | 280.3 | 19 | 375 | 246.1 | 232.8 |
| 20 | 302 | 321.1 | 452.8 | 20 | 168 | 259.0 | 360.8 |

Tabel 2. Hasil Peramalan *Single Moving Average*

| Choco | | | | Mix | | | |
|---------|--------|---------|-------|---------|--------|---------|-------|
| Periode | Aktual | Periode | | Periode | Aktual | Periode | |
| | | 3 | 5 | | | 3 | 5 |
| 1 | 202 | #N/A | #N/A | 1 | 162 | #N/A | #N/A |
| 2 | 206 | #N/A | #N/A | 2 | 192 | #N/A | #N/A |
| 3 | 288 | 232.0 | #N/A | 3 | 242 | 198.7 | #N/A |
| 4 | 295 | 263.0 | #N/A | 4 | 267 | 233.7 | #N/A |
| 5 | 175 | 252.7 | 233.2 | 5 | 181 | 230.0 | 208.8 |
| 6 | 188 | 219.3 | 230.4 | 6 | 202 | 216.7 | 216.8 |
| 7 | 246 | 203.0 | 238.4 | 7 | 262 | 215.0 | 230.8 |
| 8 | 315 | 249.7 | 243.8 | 8 | 276 | 246.7 | 237.6 |
| 9 | 320 | 293.7 | 248.8 | 9 | 313 | 283.7 | 246.8 |
| 10 | 484 | 373.0 | 310.6 | 10 | 432 | 340.3 | 297 |
| 11 | 362 | 388.7 | 345.4 | 11 | 380 | 375.0 | 332.6 |
| 12 | 457 | 434.3 | 387.6 | 12 | 320 | 377.3 | 344.2 |

| Choco | | | | Mix | | | |
|---------|--------|---------|-------|---------|--------|---------|-------|
| Periode | Aktual | Periode | | Periode | Aktual | Periode | |
| | | 3 | 5 | | | 3 | 5 |
| 13 | 420 | 413.0 | 408.6 | 13 | 249 | 316.3 | 338.8 |
| 14 | 239 | 372.0 | 392.4 | 14 | 148 | 239.0 | 305.8 |
| 15 | 275 | 311.3 | 350.6 | 15 | 241 | 212.7 | 267.6 |
| 16 | 510 | 341.3 | 380.2 | 16 | 286 | 225.0 | 248.8 |
| 17 | 230 | 338.3 | 334.8 | 17 | 246 | 257.7 | 234 |
| 18 | 283 | 341.0 | 307.4 | 18 | 231 | 254.3 | 230.4 |
| 19 | 472 | 321.7 | 350 | 19 | 375 | 282.7 | 275 |
| 20 | 302 | 345.7 | 355.4 | 20 | 168 | 256.7 | 260.4 |

Dari Tabel 1 dan Tabel 2 dapat diketahui hasil dari peramalan permintaan bakpia menggunakan metode SES dan SMA selama 20 periode. Setelah dilakukan peramalan perlu dilakukan uji tingkat akurasi untuk mengukur akurasi atau kesalahan peramalan yang telah dilakukan.

2. Uji Tingkat Akurasi

Untuk menilai keakuratan prediksi persediaan barang jadi yang dihasilkan oleh peramalan, dilakukan uji tingkat akurasi menggunakan tiga metode utama: *Mean Absolute Deviation* (MAD), *Mean Squared Error* (MSE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Ketiga metode ini memberikan berbagai perspektif dalam mengukur perbedaan antara data aktual dan data hasil peramalan, mulai dari deviasi absolut, hingga kuadrat dari selisih yang memberikan bobot lebih pada kesalahan besar, serta persentase error untuk memahami tingkat keakuratan relatif. Uji ini penting untuk memastikan bahwa hasil peramalan yang dihasilkan memiliki tingkat akurasi yang dapat diandalkan dan sesuai dengan kebutuhan operasional perusahaan. Hasil uji tingkat akurasi dapat dilihat di Tabel 3.

Tabel 3. Tingkat Akurasi Peramalan

| | <i>Single Exponential Smoothing</i> | | | | <i>Single Moving Average</i> | | | |
|------|-------------------------------------|---------|--------|--------|------------------------------|--------|--------|--------|
| | Choco | | Mix | | Choco | | Mix | |
| | 0.1 | 0.9 | 0.1 | 0.9 | 3 | 5 | 3 | 5 |
| MAD | 91.4 | 95.5 | 70.2 | 66.6 | 66.5 | 74.1 | 48.0 | 56.3 |
| MSE | 13112.8 | 15406.2 | 8191.1 | 6549.2 | 6591.3 | 7880.0 | 3092.0 | 5163.6 |
| MAPE | 26% | 31% | 26% | 28% | 22% | 24% | 20% | 23% |

Berdasarkan tabel uji tingkat akurasi diatas dapat diketahui besar kesalahan hasil peramalan dengan data aktual. Pada uji akurasi nilai MAD, MSE, MAPE yang paling rendah untuk varian choco ada pada metode SMA periode 3. Begitu juga pada varian mix dengan nilai terendah terdapat pada metode SMA periode 3. Berdasarkan nilai MAPE metode SMA periode 3 termasuk kriteria “Cukup”

3. Simulasi *Monte Carlo*

Simulasi *Monte Carlo* merupakan teknik statistik yang digunakan untuk memperkirakan hasil dari sistem yang melibatkan ketidakpastian dengan melakukan serangkaian eksperimen berbasis randomisasi. Setelah melalui tahap pengumpulan data, dilakukan simulasi dengan beberapa tahapan. Berikut adalah hasil yang diperoleh dari penerapan simulasi *Monte Carlo* dalam prediksi persediaan barang jadi.

a. Penentuan Distribusi Probabilitas

Perhitungan penentuan distribusi probabilitas dilakukan pada masing-masing permintaan pada setiap periode atau minggu. Berikut rumus untuk distribusi probabilitas:

$$P = \frac{\text{Jumlah permintaan periode } n}{\text{Total jumlah permintaan}}$$

Adapun hasil dari perhitungan distribusi probabilitas secara keseluruhan varian choco dan mix dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Distribusi Probabilitas Permintaan Bakpia

| Choco | | | Mix | | |
|--------|--------|-------------------------|--------|--------|-------------------------|
| Minggu | Aktual | Distribusi Probabilitas | Minggu | Aktual | Distribusi Probabilitas |
| 1 | 202 | 0.03 | 1 | 162 | 0.03 |
| 2 | 206 | 0.03 | 2 | 192 | 0.04 |
| 3 | 288 | 0.05 | 3 | 242 | 0.05 |
| 4 | 295 | 0.05 | 4 | 267 | 0.05 |
| 5 | 175 | 0.03 | 5 | 181 | 0.03 |
| 6 | 188 | 0.03 | 6 | 202 | 0.04 |
| 7 | 246 | 0.04 | 7 | 262 | 0.05 |
| 8 | 315 | 0.05 | 8 | 276 | 0.05 |
| 9 | 320 | 0.05 | 9 | 313 | 0.06 |
| 10 | 484 | 0.08 | 10 | 432 | 0.08 |
| 11 | 362 | 0.06 | 11 | 380 | 0.07 |
| 12 | 457 | 0.07 | 12 | 320 | 0.06 |
| 13 | 420 | 0.07 | 13 | 249 | 0.05 |
| 14 | 239 | 0.04 | 14 | 148 | 0.03 |
| 15 | 275 | 0.04 | 15 | 241 | 0.05 |
| 16 | 510 | 0.08 | 16 | 286 | 0.06 |
| 17 | 230 | 0.04 | 17 | 246 | 0.05 |
| 18 | 283 | 0.05 | 18 | 231 | 0.04 |
| 19 | 472 | 0.08 | 19 | 375 | 0.07 |
| 20 | 302 | 0.05 | 20 | 168 | 0.03 |

Pada Tabel 4 merupakan perhitungan hasil distribusi probabilitas atau nilai peluang yang akan dijadikan pengganti frekuensi kejadian dari setiap variabel. Contoh hasil perhitungan pada minggu 1 varian choco diperoleh nilai distribusi probabilitas sebesar 0,03 dan pada minggu 2 diperoleh nilai distribusi probabilitas sebesar 0,03 juga.

b. Menentukan Distribusi Kumulatif

Setelah mengetahui distribusi probabilitas, kemudian dilakukan penentuan distribusi kumulatif. Distribusi kumulatif adalah hasil penjumlahan distribusi probabilitas variabel tertentu dengan variabel sebelumnya. Hasil perhitungan distribusi kumulatif dapat dilihat pada Tabel 5 dibawah.

Tabel 5. Distribusi Kumulatif Permintaan Bakpia

| Choco | | | | Mix | | | |
|--------|--------|------------------|-----------------|--------|--------|------------------|-----------------|
| Minggu | Aktual | Distribusi Prob. | Distribusi Kum. | Minggu | Aktual | Distribusi Prob. | Distribusi Kum. |
| 1 | 202 | 0.03 | 0.03 | 1 | 162 | 0.03 | 0.03 |
| 2 | 206 | 0.03 | 0.06 | 2 | 192 | 0.04 | 0.07 |
| 3 | 288 | 0.05 | 0.11 | 3 | 242 | 0.05 | 0.11 |
| 4 | 295 | 0.05 | 0.16 | 4 | 267 | 0.05 | 0.17 |
| 5 | 175 | 0.03 | 0.18 | 5 | 181 | 0.03 | 0.20 |
| 6 | 188 | 0.03 | 0.21 | 6 | 202 | 0.04 | 0.24 |
| 7 | 246 | 0.04 | 0.25 | 7 | 262 | 0.05 | 0.29 |
| 8 | 315 | 0.05 | 0.30 | 8 | 276 | 0.05 | 0.34 |
| 9 | 320 | 0.05 | 0.35 | 9 | 313 | 0.06 | 0.40 |
| 10 | 484 | 0.08 | 0.43 | 10 | 432 | 0.08 | 0.49 |
| 11 | 362 | 0.06 | 0.49 | 11 | 380 | 0.07 | 0.56 |
| 12 | 457 | 0.07 | 0.56 | 12 | 320 | 0.06 | 0.62 |
| 13 | 420 | 0.07 | 0.63 | 13 | 249 | 0.05 | 0.67 |
| 14 | 239 | 0.04 | 0.67 | 14 | 148 | 0.03 | 0.70 |
| 15 | 275 | 0.04 | 0.71 | 15 | 241 | 0.05 | 0.75 |
| 16 | 510 | 0.08 | 0.79 | 16 | 286 | 0.06 | 0.80 |
| 17 | 230 | 0.04 | 0.83 | 17 | 246 | 0.05 | 0.85 |
| 18 | 283 | 0.05 | 0.87 | 18 | 231 | 0.04 | 0.89 |
| 19 | 472 | 0.08 | 0.95 | 19 | 375 | 0.07 | 0.97 |
| 20 | 302 | 0.05 | 1.00 | 20 | 168 | 0.03 | 1.00 |

Pada Tabel 5 merupakan hasil perhitungan distribusi probabilitas kumulatif. Contoh perhitungan distribusi probabilitas kumulatif pada minggu 2 pada varian choco merupakan hasil penjumlah dari nilai distribusi probabilitas minggu 1 dan minggu 2 yaitu $0,03 + 0,03 = 0,06$. Hasil perhitungan pada Tabel 5 akan dijadikan sebagai acuan dalam penentuan interval angka acak.

c. Menetapkan interval bilangan secara acak

Pembangkitan interval bilangan acak berdasarkan tabel penentuan distribusi kumulatif, bilangan acak dibangkitkan dengan rentang nilai 1 sampai 100 menyesuaikan dengan jumlah digit bilangan acak yang digunakan. Hal ini digunakan untuk mencari nilai pembatas, yaitu minimum dan maksimum. Interval bilangan acak dapat dilihat pada Tabel 6 untuk varian choco dan Tabel 7 untuk varian mix.

Tabel 6. Interval Bilangan Acak Bakpia Choco

| Minggu | Aktual | Distribusi Probabilitas | Distribusi Kumulatif | Interval |
|--------|--------|-------------------------|----------------------|----------|
| 1 | 202 | 0.03 | 0.03 | 1-3 |
| 2 | 206 | 0.03 | 0.06 | 4-6 |
| 3 | 288 | 0.05 | 0.11 | 7-11 |
| 4 | 295 | 0.05 | 0.16 | 12-16 |
| 5 | 175 | 0.03 | 0.18 | 17-18 |
| 6 | 188 | 0.03 | 0.21 | 19-21 |
| 7 | 246 | 0.04 | 0.25 | 22-25 |
| 8 | 315 | 0.05 | 0.30 | 26-30 |
| 9 | 320 | 0.05 | 0.35 | 31-35 |
| 10 | 484 | 0.08 | 0.43 | 36-43 |
| 11 | 362 | 0.06 | 0.49 | 44-49 |
| 12 | 457 | 0.07 | 0.56 | 50-56 |
| 13 | 420 | 0.07 | 0.63 | 57-63 |
| 14 | 239 | 0.04 | 0.67 | 64-67 |
| 15 | 275 | 0.04 | 0.71 | 68-71 |
| 16 | 510 | 0.08 | 0.79 | 72-79 |
| 17 | 230 | 0.04 | 0.83 | 80-83 |
| 18 | 283 | 0.05 | 0.87 | 84-88 |
| 19 | 472 | 0.08 | 0.95 | 89-95 |
| 20 | 302 | 0.05 | 1.00 | 95-100 |

Tabel 7. Interval Bilangan Acak Bakpia Mix

| Minggu | Aktual | Distribusi Probabilitas | Distribusi Kumulatif | Interval |
|--------|--------|-------------------------|----------------------|----------|
| 1 | 162 | 0.03 | 0.03 | 1-3 |
| 2 | 192 | 0.04 | 0.07 | 4-7 |
| 3 | 242 | 0.05 | 0.11 | 8-11 |
| 4 | 267 | 0.05 | 0.17 | 12-17 |
| 5 | 181 | 0.03 | 0.20 | 18-20 |
| 6 | 202 | 0.04 | 0.24 | 21-24 |
| 7 | 262 | 0.05 | 0.29 | 25-29 |
| 8 | 276 | 0.05 | 0.34 | 30-34 |
| 9 | 313 | 0.06 | 0.40 | 35-40 |
| 10 | 432 | 0.08 | 0.49 | 41-49 |
| 11 | 380 | 0.07 | 0.56 | 50-56 |
| 12 | 320 | 0.06 | 0.62 | 57-62 |
| 13 | 249 | 0.05 | 0.67 | 63-67 |
| 14 | 148 | 0.03 | 0.70 | 68-70 |
| 15 | 241 | 0.05 | 0.75 | 71-75 |
| 16 | 286 | 0.06 | 0.80 | 76-80 |
| 17 | 246 | 0.05 | 0.85 | 81-85 |
| 18 | 231 | 0.04 | 0.89 | 86-89 |
| 19 | 375 | 0.07 | 0.97 | 90-97 |
| 20 | 168 | 0.03 | 1.00 | 98-100 |

Interval angka acak untuk masing-masing permintaan dijelaskan dalam Tabel 6 dan 7. Hasil dari interval angka acak ini akan digunakan untuk mengarahkan proses simulasi untuk

menghasilkan hasil peramalan.

d. Simulasi dengan membangkitkan bilangan acak

Pembangkitan bilangan acak menggunakan formula RANDBETWEEN 1 sampai 100 pada Microsoft Excel. Jumlah angka yang dibangkitkan adalah sebanyak 20 angka untuk masing-masing varian rasa. Berikut Tabel 8 yang menunjukkan bilangan acak dan hasil simulasi selama 20 minggu varian choco dan mix.

Tabel 8. Simulasi Bakpia Choco dan Mix

| Choco | | | Mix | | |
|--------|---------------|-------|--------|---------------|-------|
| Minggu | Bilangan Acak | Hasil | Minggu | Bilangan Acak | Hasil |
| 1 | 17 | 175 | 1 | 5 | 192 |
| 2 | 8 | 288 | 2 | 70 | 148 |
| 3 | 23 | 246 | 3 | 88 | 231 |
| 4 | 3 | 202 | 4 | 87 | 231 |
| 5 | 2 | 202 | 5 | 68 | 148 |
| 6 | 6 | 206 | 6 | 99 | 168 |
| 7 | 64 | 239 | 7 | 70 | 148 |
| 8 | 11 | 288 | 8 | 42 | 432 |
| 9 | 14 | 295 | 9 | 28 | 262 |
| 10 | 60 | 420 | 10 | 55 | 380 |
| 11 | 68 | 452 | 11 | 29 | 262 |
| 12 | 87 | 283 | 12 | 86 | 231 |
| 13 | 98 | 302 | 13 | 88 | 231 |
| 14 | 25 | 246 | 14 | 3 | 162 |
| 15 | 59 | 420 | 15 | 20 | 181 |
| 16 | 94 | 452 | 16 | 30 | 276 |
| 17 | 30 | 315 | 17 | 7 | 242 |
| 18 | 10 | 288 | 18 | 34 | 276 |
| 19 | 51 | 457 | 19 | 9 | 242 |
| 20 | 16 | 295 | 20 | 2 | 162 |
| Total | | 6071 | Total | | 4605 |

Pada Tabel 8 menjelaskan hasil peramalan permintaan bakpia varian choco dan mix dengan menggunakan simulasi *Monte Carlo*. Dari hasil peramalan diperoleh bahwa total peramalan permintaan varian choco sebanyak 6071 box dan varian mix sebanyak 4605 box. Dari hasil tersebut diperoleh perhitungan tingkat akurasi permintaan aktual dengan hasil peramalan permintaan dan perbandingannya dengan metode peramalan sebagai berikut:

Tabel 9. Perbandingan Hasil Uji Akurasi Metode Peramalan dan Simulasi

| | SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING | | | | SINGLE MOVING AVERAGE | | | | MONTE CARLO | |
|------|------------------------------|---------|--------|--------|-----------------------|--------|--------|--------|-------------|--------|
| | CHOCO | | MIX | | CHOCO | | MIX | | CHOCO | MIX |
| | 0.1 | 0.9 | 0.1 | 0.9 | 3 | 5 | 3 | 5 | | |
| MAD | 91.4 | 95.5 | 70.2 | 66.6 | 66.5 | 74.1 | 48.0 | 56.3 | 55.8 | 52.9 |
| MSE | 13112.8 | 15406.2 | 8191.1 | 6549.2 | 6591.3 | 7880.0 | 3092.0 | 5163.6 | 5434 | 4748.3 |
| MAPE | 26% | 31% | 26% | 28% | 22% | 24% | 20% | 23% | 18% | 19% |

Berdasarkan hasil perhitungan, dapat diketahui besarnya kesalahan antara hasil simulasi dengan kondisi aktual. Metode dengan nilai MAD paling rendah varian choco sebesar 55,8 yang berarti rata-rata selisih antara jumlah produk yang harus diproduksi dengan peramalan sebesar 53 sedangkan varian mix sebesar 52,9 yang berarti rata-rata selisih antara jumlah produk yang harus diproduksi dengan peramalan sebesar 53. Nilai MSE yang cenderung tinggi menunjukkan bahwa hasil peramalan memiliki nilai kesalahan ekstrem yang cukup, dan untuk perhitungan MAPE dari kedua varian rasa termasuk ke dalam kriteria 'Baik'. Hasil simulasi menunjukkan proyeksi yang lebih baik dibandingkan metode peramalan konvensional yang dapat dilihat pada uji tingkat akurasi pada tabel 9 dengan nilai error lebih rendah.

Berdasarkan hasil simulasi *Monte Carlo* yang telah diterapkan untuk memprediksi persediaan barang jadi, diperoleh proyeksi kebutuhan untuk periode berikutnya. Berikut adalah hasil prediksi persediaan untuk periode mendatang yang dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Simulasi *Monte Carlo* untuk Periode Berikutnya

| Minggu | Choco | | Mix | |
|--------|---------------|-------|---------------|-------|
| | Bilangan Acak | Hasil | Bilangan Acak | Hasil |
| 1 | 21 | 188 | 77 | 286 |
| 2 | 21 | 188 | 16 | 267 |
| 3 | 54 | 457 | 27 | 262 |
| 4 | 1 | 202 | 45 | 432 |
| 5 | 31 | 320 | 24 | 202 |
| 6 | 18 | 175 | 8 | 242 |
| 7 | 56 | 457 | 3 | 162 |
| 8 | 55 | 457 | 38 | 313 |
| 9 | 65 | 239 | 45 | 432 |
| 10 | 72 | 510 | 85 | 246 |
| 11 | 28 | 315 | 18 | 181 |
| 12 | 46 | 362 | 35 | 313 |
| 13 | 96 | 302 | 58 | 320 |
| 14 | 90 | 472 | 32 | 276 |
| 15 | 86 | 283 | 21 | 202 |
| 16 | 55 | 457 | 37 | 313 |
| 17 | 21 | 188 | 38 | 313 |
| 18 | 47 | 362 | 38 | 313 |
| 19 | 73 | 510 | 27 | 262 |
| 20 | 65 | 239 | 65 | 249 |
| | Total | 6683 | Total | 5586 |

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, dapat diketahui hasil prediksi persediaan dengan menggunakan data permintaan varian choco dan mix selama 20 minggu kedepan. Dengan jumlah permintaan varian choco sebanyak 6683 *box* dan jumlah permintaan varian mix sebanyak 5586 *box*.

4. PENUTUP

4.1 KESIMPULAN

Kesimpulan berikut akan merangkum inti dari penelitian serta menjawab pertanyaan-pertanyaan penelitian yang menjadi fokus utama. Berikut adalah beberapa poin kesimpulan dari penelitian ini.

1. Berdasarkan pengolahan data peramalan yang telah dilakukan mengenai peramalan permintaan bakpia varian choco dan mix dengan metode *Single Moving Average* dan *Exponential Smoothing* dengan menggunakan hasil akurasi peramalan MAPE, MAD, MSE yang paling terkecil, metode yang MAPE, MAD, MSE terkecil yaitu metode *Single Moving Average* periode 3 dengan nilai MAPE, MAD dan MSE varian choco yaitu MAPE sebesar 22%, MAD sebesar 66.5, dan MSE sebesar 6591.3. Begitu juga untuk varian mix memiliki hasil yaitu MAPE sebesar 20%, MAD sebesar 48.0, dan MSE sebesar 3092.0
2. Setelah melakukan pengolahan data dengan menggunakan metode Simulasi *Monte Carlo* didapatkan jumlah permintaan untuk 20 minggu kedepan sebesar varian choco sebanyak 6683 box dan jumlah permintaan varian mix sebanyak 5586 box. Dengan rata-rata permintaan varian choco 303 box dan 230 box untuk varian mix, hasil prediksi ini dapat digunakan untuk menentukan persediaan barang jadi.

DAFTAR PUSTAKA

- Acevedo, C. H., Valdebenito, M. A., González, I. V., Jensen, H. A., Faes, M. G. R., & Liu, Y. (2024). Control variates with splitting for aggregating results of Monte Carlo simulation and perturbation analysis. *Structural Safety*, *108*, 102445. <https://doi.org/10.1016/J.STRUSAFE.2024.102445>
- Apri, M. (2019). Simulasi Monte Carlo Untuk Memprediksi Jumlah Kunjungan Pasien. *Jursima*, *7*(2), 92. <https://doi.org/10.47024/js.v7i2.176>
- Ardiansah, I., Pujianto, T., & Perdana, I. I. (2019). Penerapan Simulasi Monte Carlo dalam Memprediksi Persediaan Produk Jadi pada Ikm Buluk Lupa. *JURNAL INDUSTRI PERTANIAN*, *01*, 61–69.
- Dehghan-Souraki, D., López-Gómez, D., Bladé-Castellet, E., Larese, A., & Sanz-Ramos, M. (2024). Optimizing sediment transport models by using the Monte Carlo simulation and deep neural network (DNN): A case study of the Riba-Roja reservoir. *Environmental Modelling & Software*, *175*, 105979. <https://doi.org/10.1016/J.ENVSOFT.2024.105979>
- Fong, S. J., Li, G., Dey, N., Crespo, R. G., & Herrera-Viedma, E. (2020). Composite Monte

- Carlo decision making under high uncertainty of novel coronavirus epidemic using hybridized deep learning and fuzzy rule induction. *Applied Soft Computing Journal*, 93(December 2019), 106282. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106282>
- Jevtić, A., Riznić, D., Tomić, M., & Tomić, N. (2023). *Stock Price Prediction Based on The Monte Carlo Method* (Vol. 16, Issue 1).
- Jufriyanto, M. (2020). Peramalan Permintaan Keripik Singkong Pada UMKM Difa dengan Simulasi Monte Carlo. *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian Dan Karya Ilmiah Dalam Bidang Teknik Industri*, 6(2), 107. <https://doi.org/10.24014/jti.v6i2.10452>
- Khan, S. P., Ayuningtyas, S. M., Rohmah, W., Indah, Z., & Azzahra, A. G. (2023). Analisa Perbandingan Nilai Akurasi Exponential Smoothing dan Linier Regresion pada Peramalan Permintaan Part Joint Brake Rod. *Jurnal Serambi Engineering*, VIII(1), 4251–4260.
- Ma, H., Liu, M., Liang, Y., Zheng, X., Sun, L., Dang, W., Li, J., Li, L., & Liu, C. (2022). Research progress on properties of pre-gelatinized starch and its application in wheat flour products. *Grain & Oil Science and Technology*, 5(2), 87–97. <https://doi.org/10.1016/J.GAOST.2022.01.001>
- Miftahuljannah, Aswan Supriyadi Sunge, & Ahmad Turmudi Zy. (2023). Analisis Prediksi Penjualan Dengan Metode Regresi Linear Di Pt. Eagle Industry Indonesia. *Jurnal Informatika Teknologi Dan Sains (Jinteks)*, 5(3), 398–403. <https://doi.org/10.51401/jinteks.v5i3.3325>
- Mohamed, S., Rosca, M., Figurnov, M., & Mnih, A. (2020). Monte Carlo Gradient Estimation in Machine Learning. *Journal of Machine Learning Research*, 21, 1–62.
- Nurdiani, A., & Alghofari, A. K. (2023). Pengendalian Persediaan Suku Cadang Perawatan menggunakan Metode Material Requirement Planning (Studi Kasus: PT. Kereta Commuter Indonesia). *Prosiding Simposium Nasional Rekayasa Aplikasi Perancangan Dan Industri*, 151–156.
- Petropoulos, F., Apiletti, D., Assimakopoulos, V., Babai, M. Z., Barrow, D. K., Ben Taieb, S., Bergmeir, C., Bessa, R. J., Bijak, J., Boylan, J. E., Browell, J., Carnevale, C., Castle, J. L., Cirillo, P., Clements, M. P., Cordeiro, C., Cyrino Oliveira, F. L., De Baets, S., Dokumentov, A., ... Ziel, F. (2022). Forecasting: theory and practice. *International Journal of Forecasting*, 38(3), 705–871. <https://doi.org/10.1016/J.IJFORECAST.2021.11.001>
- Pratiwi, D. S., Arkusi, F., & Wardani, K. H. J. (2023). Analisis Faktor – Faktor Yang

- Menyebabkan Kelangkaan Minyak Goreng Indonesia Tahun 2022. *Jurnal Economina*, 2(12), 3688–3696. <https://doi.org/10.55681/economina.v2i12.1061>
- Ramadhani, N., Bagoes, M., & Junianto, S. (2023). Analisa Dan Perancangan Sistem Prediksi Pembelian Barang Menggunakan Metode Tsukamoto (Studi Kasus: Azam Grosir). *Jurnal Informatika MULTI*, 1(1), 37–47.
- Sakib, M. S., Osman, H., Azab, A., & Baki, F. (2023). Product-platform design and multi-period, multi-platform lot-sizing for hybrid manufacturing considering stochastic demand and processing time. *Manufacturing Letters*, 35, 20–27. <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2023.07.011>
- Saputra, W. S., Ernawati, R., & Wulansari, W. A. (2021). Analysis of Raw Material Inventory Control Using Economic Order Quantity (EOQ) Method at CV. XYZ. *International Journal of Computer and Information System (IJCIS)*, 2(3), 118–124. <https://doi.org/10.29040/ijcis.v2i3.63>
- Shaheen, A. M., Elattar, E. E., El-Sehiemy, R. A., & Elsayed, A. M. (2021). An Improved Sunflower Optimization Algorithm-Based Monte Carlo Simulation for Efficiency Improvement of Radial Distribution Systems Considering Wind Power Uncertainty. *IEEE Access*, 9, 2332–2344. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3047671>