

OPTIMALISASI BIAYA PERSEDIAAN BAHAN BAKU BROWNIES MENGGUNAKAN METODE *SILVER MEAL* DAN *MARKOV CHAIN* DI TOKO MONA CAKE

OPTIMIZATION OF RAW MATERIAL INVENTORY COSTS FOR BROWNIES USING THE SILVER MEAL AND MARKOV CHAIN METHODS AT MONA CAKE SHOP

Wirdatun Nisfi¹, Elfira Safitri^{2§}, Rahmadeni³, Ahmad Faizal⁴

^{1,2,3} Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau,
Pekanbaru

⁴Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau,
Pekanbaru

§Correspondence: elfira.safitri@uin-suska.ac.id

Received 19th Aug 2025; Accepted 31st Mar 2026; Published 21st Apr 2026;

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengoptimalkan biaya persediaan bahan baku brownies pada Toko Mona Cake yang berlokasi di Desa Rumbio, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau. Permasalahan yang sering dihadapi oleh toko tersebut adalah ketidakseimbangan jumlah persediaan bahan baku yaitu terjadinya kekurangan maupun kelebihan persediaan yang menyebabkan peningkatan biaya penyimpanan dan gangguan proses produksi. Penelitian ini menggunakan metode *Silver Meal* untuk menentukan kebijakan pemesanan bahan baku yang optimal serta metode *Markov Chain* untuk memprediksi kondisi persediaan pada periode yang akan datang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total biaya persediaan bahan baku menggunakan metode *Silver Meal* sebesar Rp 56.310.388,65 sedangkan metode *Markov Chain* sebesar Rp 107.566.512,71. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa metode *Silver Meal* lebih efisien dalam meminimalkan biaya persediaan bahan baku dibandingkan metode *Markov Chain* pada Toko Mona Cake.

Kata Kunci: *Markov Chain*, Optimasi biaya, Persediaan bahan baku, *Silver Meal*, Toko Mona Cake

Abstract

The purpose of this study is to analyze and optimize the inventory costs of brownie raw materials at Mona Cake Shop located in Rumbio Village, Kampar Regency, Riau Province. The problem often faced by the shop is the imbalance in the amount of raw material inventory, namely the occurrence of shortages or excess inventory which causes increased storage costs and disruptions to the production process. This study uses the Silver Meal method to determine the optimal raw material ordering policy and the Markov Chain method to predict inventory conditions in the coming period. The results show that the total cost of raw material inventory using the Silver Meal method is Rp 56,310,388.65 while the Markov Chain method is Rp 107,566,512.71. Based on these results, it can be concluded that the Silver Meal method is more efficient in minimizing raw material inventory costs than the Markov Chain method at Mona Cake Shop.

Keywords: *Cost optimization, Markov Chain, Mona Cake Shop, Raw Material inventory, Silver Meal.*

1. Pendahuluan

Perkembangan industri makanan saat ini menunjukkan persaingan yang semakin kompetitif, sehingga perusahaan dituntut untuk mengelola sumber daya secara efisien guna memperoleh keuntungan yang optimal [1]. Salah satu aspek penting dalam kegiatan operasional perusahaan adalah pengendalian persediaan bahan baku [2]. Pengelolaan persediaan yang tidak tepat dapat menyebabkan terjadinya kelebihan maupun kekurangan stok yang berdampak pada meningkatnya biaya operasional dan terganggunya proses produksi. Untuk itu penting mengidentifikasi dan mengklasifikasikan biaya terkait penyimpanan sehingga mendapatkan hasil pengambilan keputusan yang akurat [3], salah satunya yang terdapat pada Toko Mona cake.

Toko Mona Cake merupakan usaha yang bergerak di bidang produksi kue yang berlokasi di Desa Rumbio, Kecamatan Kampar. Dalam proses produksinya, toko ini menggunakan beberapa bahan baku utama seperti tepung terigu, gula pasir, telur, mentega, dan susu. Permasalahan yang sering terjadi pada Toko Mona Cake adalah ketidaktepatan dalam menentukan jumlah persediaan bahan baku, sehingga terkadang terjadi penumpukan bahan baku yang meningkatkan biaya penyimpanan, maupun kekurangan bahan baku yang menghambat proses produksi. Untuk memperoleh bahan baku yang cukup diperlukan perencanaan persediaan bahan baku [4].

Perencanaan persediaan bahan baku yang optimal memungkinkan perusahaan untuk menghindari risiko terjadinya kekurangan maupun penumpukan persediaan yang dapat mempengaruhi kinerja operasional dan finansial perusahaan. Perencanaan tersebut melibatkan kegiatan peramalan permintaan bahan baku, penentuan tingkat persediaan yang optimal, serta pengendalian dan pemantauan persediaan secara berkelanjutan. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam pengendalian persediaan adalah metode *Silver Meal* dan *Markov Chain*.

Metode *Silver Meal* yaitu metode heuristik yang digunakan untuk menentukan ukuran lot pemesanan yang meminimalkan biaya persediaan pada setiap periode. Sedangkan metode *Markov Chain* dapat digunakan untuk memodelkan probabilitas perubahan kondisi persediaan dari satu keadaan ke keadaan lainnya sehingga dapat digunakan untuk memprediksi kondisi persediaan di masa mendatang. Metode ini memiliki prosedur perhitungan yang relatif sederhana serta efisien dari segi waktu [5]. Selain itu, probabilitas perpindahan antar keadaan (*state*) dapat dianalisis menggunakan metode *Markov Chain*.

Penelitian terdahulu yang berkaitan dengan metode *markov chain* yaitu penelitian yang dilakukan oleh penelitian [4] dengan hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *silver meal heuristik* lebih efisien dibandingkan metode *riil home industry* dengan tingkat efisiensi sebesar 5,42%. Selanjutnya, penelitian [5] dengan hasil penelitian diperoleh prediksi biaya bahan baku untuk masa yang akan datang mengalami kenaikan sebesar Rp 31.747.932,98. Selanjutnya, Penelitian [7] dengan hasil penelitian menunjukkan bahwa perhitungan biaya persediaan menggunakan metode *silver meal* diperoleh dapat meminimalkan biaya persediaan sebesar Rp 2.252.602,00 per 3 bulan dengan efisiensi 35,3% dari biaya awal. Selanjutnya, Penelitian yang dilakukan oleh [10] dengan hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa belum memuaskan dikarenakan hasil prediksinya baik pada waktu yang pendek dan pada kondisi hasil prediksinya kurang akurat.

Mengingat pentingnya persediaan bahan baku, maka perusahaan harus mengelola persediaan bahan baku baik pada proses produksi maupun pada saat perencanaan proses produksi kedepannya.

Berdasarkan penelitian [4] dan [5] maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian menggunakan metode *Silver Meal* dan *Markov Chain*. Adapun tujuan penelitian adalah untuk mengetahui hasil optimalisasi biaya persediaan bahan baku menggunakan metode *Silver Meal* dan *Markov Chain*.

2. Landasan Teori

2.1 Metode *Silver Meal*

Metode *Silver Meal* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pengendalian persediaan secara optimal melalui pendekatan yang relatif sederhana namun tetap akurat dan efektif. Metode ini bekerja dengan menentukan ukuran pemesanan yang optimal berdasarkan perhitungan ukuran lot pada setiap periode. Dalam penerapannya, langkah awal yang perlu diperhatikan adalah mempertimbangkan kapasitas penyimpanan atau kapasitas gudang yang tersedia. Metode *Silver Meal* menggunakan data permintaan sebagai dasar dalam melakukan perhitungan secara berulang untuk setiap periode berikutnya. Tujuan utama dari metode ini adalah untuk memperoleh nilai biaya rata-rata persediaan yang minimum untuk sejumlah periode pemesanan yang direncanakan.

Langkah-langkah dalam penyelesaian dengan menggunakan metode *Silver Meal* [9]:

- a. Menentukan biaya persediaan bahan baku menggunakan rumus:

$$K(m) = \frac{1}{m}(A + hD_2 + \dots + (m-1)hD_m) \quad (2.1)$$

Keterangan:

$K(m)$: Rata-rata biaya persediaan per periode;

A : Biaya pemesanan setiap kali pesan;

h : Biaya simpan per unit per periode;

m : Periode;

D_m : Permintaan pada periode ke- m , perhitungan dilakukan berulang-ulang dan berhenti ketika $K(m+1) > K(m)$.

Rumus untuk menentukan biaya pemesanan sebagai berikut [12]:

$$\text{Biaya pemesanan} = \frac{\text{Total biaya pemesanan}}{\text{Frekuensi pemesanan}} \quad (2.2)$$

Rumus untuk menentukan biaya penyimpanan sebagai berikut [12]:

$$\text{Biaya penyimpanan} = \frac{\text{Total biaya penyimpanan}}{\text{Total bahan baku}} \quad (2.3)$$

- b. Menentukan nilai *Safety Stock* (SS) menggunakan rumus [11]:

$$SS = z\sigma\sqrt{L} \quad (2.4)$$

Keterangan:

SS : *Safety stock*;

z : Tingkat pelayanan yang menjamin kepuasan kebutuhan (Nilai z tabel normal);

σ : Standar deviasi permintaan;

L : Tenggang waktu (*lead time*).

- c. Menghitung *Reorder Point* (Rop) menggunakan rumus:

$$RoP = \bar{d}L + SS \quad (2.5)$$

Keterangan:

RoP : Titik pemesanan ulang (*Reorder point*);

$\bar{d}$: Tingkat pemesanan rata-rata;

L : Tenggang waktu (*lead time*);

SS : *Safety stock*.

d. Menentukan frekuensi pemesanan selanjutnya menggunakan rumus [13]:

1. Menentukan jumlah pesanan optimal (*Economic Order Quantity*):

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{H}} \quad (2.6)$$

Keterangan:

D : Jumlah permintaan bahan baku per periode (unit/tahun);

S : Biaya pemesanan setiap kali pesan;

H : Biaya penyimpanan per unit per periode.

2. Menentukan frekuensi pemesanan

$$F = \frac{D}{EOQ} \quad (2.7)$$

Keterangan:

F : Frekuensi selanjutnya per tahun;

D : Jumlah Permintaan bahan baku;

EOQ : Jumlah pesanan optimal (*Economic Order Quantity*).

2.2 Metode *Markov Chain*

Metode *Markov Chain* merupakan salah satu metode probabilistik yang digunakan untuk menganalisis perubahan suatu sistem dari satu keadaan ke keadaan lainnya berdasarkan peluang transisi tertentu [15]. Metode ini didasarkan pada konsep bahwa kondisi pada periode berikutnya hanya dipengaruhi oleh kondisi pada periode saat ini dan tidak bergantung pada keadaan sebelumnya [6].

Langkah-langkah dalam penyelesaian dengan menggunakan metode *Markov Chain* [5]:

a. Menentukan *state* persediaan

Penentuan *state* naik dan *state* turun dilakukan dengan membandingkan jumlah bahan baku pada periode saat ini dengan jumlah bahan baku pada periode sebelumnya. Apabila jumlah bahan baku pada periode sekarang lebih besar dibandingkan periode sebelumnya, maka kondisi tersebut dikategorikan sebagai *state* naik. Sebaliknya, apabila jumlah bahan baku pada periode sekarang lebih kecil dibandingkan periode sebelumnya, maka kondisi tersebut dikategorikan sebagai *state* turun.

b. Menyusun matriks probabilitas transisi

$$P = \begin{bmatrix} P_{00} & P_{01} & P_{02} & \cdots & P_{0n} \\ P_{10} & P_{11} & P_{12} & \cdots & P_{1n} \\ P_{20} & P_{21} & P_{22} & \cdots & P_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ P_{n0} & P_{n1} & P_{n2} & \cdots & P_{nn} \end{bmatrix} \quad (2.8)$$

c. Menghitung matriks probabilitas transisi untuk periode yang akan datang

$$P = \begin{bmatrix} P_{00} & P_{01} & \cdots & P_{0j} \\ P_{10} & P_{11} & \cdots & P_{1j} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ P_{i0} & P_{i1} & \cdots & P_{ij} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ \vdots \\ m \end{bmatrix} \quad (2.9)$$

Setelah dibuat batas *state*, maka transisi peralihan *state* dapat dibuat pada tabel [14].

Selanjutnya, menentukan persediaan bahan baku untuk periode yang akan datang dengan rumus:

State 1 : peluang $a_{11} \times 100 \times$ jumlah persediaan pada *state* naik;

State 2 : peluang $a_{21} * 100$ * jumlah persediaan pada *state* turun;

State 3 : peluang $a_{31} * 100$ * nilai terkecil pada *state* turun.

3. Metode Penelitian

Beberapa tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Pengumpulan Data

Data diperoleh melalui observasi langsung dan wawancara dengan pemilik Toko Mona Cake. Data yang digunakan berupa data penggunaan bahan baku brownies selama periode Januari hingga Desember 2024.

2. Pengolahan Data dengan Metode *Silver Meal*

Metode ini digunakan untuk menentukan kebijakan pemesanan bahan baku yang optimal dengan meminimalkan rata-rata biaya persediaan per periode.

3. Analisis Menggunakan Metode *Markov Chain*.

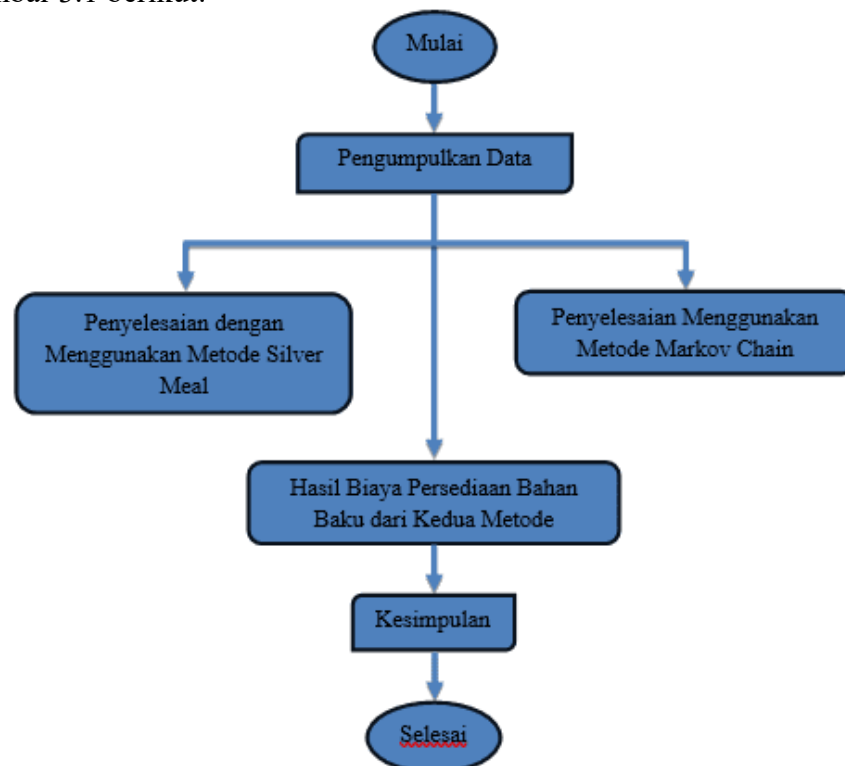
Metode *Markov Chain* digunakan untuk memprediksi perubahan kondisi persediaan berdasarkan probabilitas perpindahan antar state.

4. Perbandingan Hasil Metode

Hasil perhitungan dari kedua metode dibandingkan untuk menentukan metode yang menghasilkan biaya persediaan paling minimum.

5. Analisis dan Kesimpulan.

Langkah-langkah metodologi penelitian dalam penyelesaian permasalahan optimalisasi dengan menggunakan metode *Silver Meal* dan *Markov Chain* dapat digambarkan dalam *flowchart* yang dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut:



Gambar 3.1 *Flowchat* Penelitian

4. Hasil Dan Pembahasan

Penelitian ini menggunakan data bahan baku brownies pada Toko Mona Cake yang berlokasi di Desa Rumbio, Kecamatan Kampar. Data tersebut diperoleh melalui survei langsung dan wawancara.

Berikut disajikan data persediaan bahan baku brownies Toko Mona Cake selama periode Januari hingga Desember 2024 yang dapat dilihat pada Tabel 4.1:

Tabel 4.1. Data Persediaan Bahan Baku Brownies Toko Mona Cake Bulan Januari-Desember 2024

No	Bulan	Bahan Baku				
		Tepung Terigu (Kg)	Gula Pasir (Kg)	Telur (Kg)	Mentega (Kg)	Susu (Kg)
1	Januari	150	125	45	60	100
2	Februari	125	100	40	45	75
3	Maret	175	150	50	75	125
4	April	225	200	70	90	150
5	Mei	175	150	55	60	125
6	Juni	200	175	60	90	150
7	Juli	150	175	55	75	100
8	Agustus	125	100	50	60	75
9	September	150	125	60	75	100
10	Oktober	125	150	45	60	75
11	November	175	150	55	75	100
12	Desember	200	175	65	90	125
Total		1975	1775	650	855	1300
Rata-Rata		164,58	147,92	54,17	71,25	108,33
Standar Deviasi		32,78	31,00	8,75	14,48	26,83

Selanjutnya, Biaya pemesanan yang dikeluarkan Toko Mona Cake per tahun yang dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2. Biaya Pemesanan Bahan Baku Brownies Toko Mona Cake / Tahun

Biaya Pemesanan	Jumlah Biaya (Tahun)
Biaya Telepon	Rp 500.000
Biaya Transportasi	Rp 500.000
Total	Rp 1.000.000

Berdasarkan Persamaan (2.2), biaya pemesanan untuk satu kali pesan:

$$\frac{Rp\ 1.000.000}{24} = Rp\ 41.666,67 \text{ per sekali pesan.}$$

Berikut biaya penyimpanan bahan baku brownies Toko Mona Cake yang dapat dilihat pada Tabel 4.3:

Tabel 3. Biaya Penyimpanan Bahan Baku Toko Mona Cake per Tahun

Biaya Penyimpanan	Jumlah Biaya (Tahun)
Sewa Toko	Rp 15.000.000
Biaya Listrik	Rp 4.800.000
Total	Rp 19.800.000

Berdasarkan Persamaan (2.3), biaya penyimpanan bahan baku adalah sebesar $\frac{Rp\ 19.800.000}{6555} = Rp\ 3.020,59 /kg$.

4.1 Penyelesaian menggunakan Metode *Silver Meal*

Langkah-Langkah penyelesaian dengan menggunakan metode *Silver Meal* untuk masing-masing bahan baku:

Bahan Baku Tepung Terigu

1. Menghitung biaya persediaan bahan baku dengan menggunakan Persamaan (2.1) untuk bahan baku tepung terigu:

Diketahui biaya persediaan bahan baku tepung terigu sebagai berikut:

Biaya pemesanan sekali pesan = Rp 41.666,67

Biaya penyimpanan per kg = Rp 3.020,59

Untuk $m = 1$

A (biaya pemesanan) = Rp 41.666,67

h (biaya penyimpanan) = 0

$m = 1$

$$\begin{aligned}\text{Biaya persediaan bulan Januari} &= \frac{1}{m}(A) \\ &= \frac{1}{1}(41.666,67) \\ &= 41.666,67.\end{aligned}$$

Jadi, biaya persediaan bahan baku tepung terigu pada bulan Januari sebesar Rp 41.666,67.

Untuk $m = 2$

Diketahui: D_2 (permintaan pada bulan kedua) = 125 kg;

$m = 2$

$A = \text{Rp } 41.666,67$

$h = \text{Rp } 3.020,59$

$$\begin{aligned}\text{Biaya persediaan bulan Februari} &= \frac{1}{m}(A + hD_2) \\ &= \frac{1}{2}(41.666,67 + (3.020,59)(125)) \\ &= \frac{1}{2}(419.240,42) \\ &= 209.620,21.\end{aligned}$$

Jadi, biaya persediaan bahan baku tepung terigu pada bulan Februari sebesar Rp 209.620,21. Dengan melakukan perhitungan yang sama untuk menentukan biaya persediaan bahan baku tepung terigu bulan ke-3, ke-4,..., bulan ke-12 dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut:

Tabel 4.4. Biaya Persediaan Bahan Baku Tepung Terigu

Periode	Bulan	Biaya Rata-Rata Persediaan
1	Januari 2024	Rp 41.666,67
2	Februari 2024	Rp 209.620,21
3	Maret 2024	Rp 492.148,97
4	April 2024	Rp 878.836,29
5	Mei 2024	Rp 1.125.951,63
6	Juni 2024	Rp 1.441.724,70
7	Juli 2024	Rp 1.624.125,60
8	Agustus 2024	Rp 1.751.486,93
9	September 2024	Rp 1.959.622,60
10	Oktober 2024	Rp 2.103.476,72
11	November 2024	Rp 2.392.799,97
12	Desember 2024	Rp 2.747.174,81
Total Biaya Persediaan		Rp 16.768.635,09

2. Menghitung nilai *Safety Stock* bahan baku tepung terigu

Perhitungan *safety stock* Toko Mona Cake juga menentukan risiko kehabisan stok bahan baku maksimal 1%. Untuk waktu tenggang dalam 1 bulan itu terdapat 4 minggu jadi dianggap hanya 28 hari. Perhitungan *safety stock* dapat menggunakan Persamaan (2.4) untuk bahan baku tepung terigu:

Waktu tenggang (*lead time*) = 1 hari = $\frac{1}{28}$ bulan = 0,04 bulan.

$$\begin{aligned}\text{Service level} &= 100\% - \text{risiko} \\ &= 100\% - 1\% \\ &= 99\% \\ &= 2,33 \text{ (lihat Tabel } z\text{)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Safety stock} &= z(\sigma)\sqrt{L} \\ &= 2,33(164,58)\sqrt{0,04} \\ &= 76,69 \approx 77 \text{ kg per bulan.}\end{aligned}$$

Jadi, jumlah persediaan pengaman (*Safety stock*) sebesar 77 kg per bulan.

3. Menghitung nilai *Reorder Point* (RoP) bahan baku tepung terigu menggunakan Persamaan (2.5):

$$\begin{aligned}\text{Safety stock} &= 77 \text{ kg per bulan} \\ \text{Tingkat pemesanan rata-rata } (\bar{d}) &= 164,58 \text{ kg} \\ (\bar{d})L &= 164,58 \left(\frac{1}{28}\right) = 5,88 \text{ kg} \\ \text{Reorder point} &= (\bar{d})L + SS \\ &= 5,88 + 77 \\ &= 82,88 \approx 83 \text{ kg per bulan.}\end{aligned}$$

Jadi, titik ulang pemesanan (*Reorder point*) sebesar 83 kg per bulan.

4. Menentukan frekuensi pemesanan selanjutnya untuk bahan baku tepung terigu

Berdasarkan Persamaan (2.6), didapatkan nilai EOQ sebagai berikut:

$$\begin{aligned}EOQ &= \sqrt{\frac{2DS}{H}} = \sqrt{\frac{2(1975)(41.666,67)}{3.020,59}} \\ &= \sqrt{\frac{164.583.346,5}{3.020,59}} \\ &= \sqrt{54.487,15} \\ &= 233,43 \approx 233 \text{ kg.}\end{aligned}$$

Jadi, jumlah pemesanan optimal untuk bahan baku tepung terigu sebesar 233 kg.

Untuk menentukan banyak frekuensi pemesanan menggunakan Persamaan (2.7) berikut:

$$F = \frac{D}{EOQ} = \frac{1975}{233} = 8,47 \approx 8 \text{ kali per tahun.}$$

Jadi, frekuensi pemesanan bahan baku tepung terigu dalam setahun sebanyak 8 kali pemesanan.

Bahan Baku Gula

1. Menghitung biaya persediaan bahan baku gula dengan menggunakan Persamaan (2.1):

Diketahui biaya persediaan bahan baku gula sebagai berikut:

Biaya pemesanan sekali pesan = Rp 41.666,67

Biaya penyimpanan per kg = Rp 3.020,59

Untuk $m = 1$

A (biaya pemesanan) = Rp 41.666,67

h (biaya penyimpanan) = 0

$m = 1$

$$\begin{aligned}\text{Biaya persediaan bulan Januari} &= \frac{1}{m}(A) \\ &= \frac{1}{1}(41.666,67) \\ &= 41.666,67.\end{aligned}$$

Jadi, biaya persediaan bahan baku gula pada bulan Januari sebesar Rp 41.666,67.

Untuk $m = 2$

Diketahui: D_2 (permintaan bulan kedua) = 100 kg

$$m = 2$$

$$A = \text{Rp } 41.666,67$$

$$h = \text{Rp } 3.020,59$$

$$\begin{aligned}\text{Biaya persediaan bulan Februari} &= \frac{1}{m}(A + hD_2) \\ &= \frac{1}{2}(41.666,67 + (3.020,59)(100)) \\ &= \frac{1}{2}(41.666,67 + 302.059) \\ &= \frac{1}{2}(343.725,67) = 171.862,84.\end{aligned}$$

Jadi, biaya persediaan bahan baku gula pasir bulan Februari sebesar Rp 171.862,84. Dengan melakukan perhitungan yang sama untuk menentukan biaya persediaan bahan baku gula bulan ke-3, ke-4,..., bulan ke-12 dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut:

Tabel 4.5. Biaya Persediaan Bahan Baku Gula

Periode	Bulan	Biaya Rata-Rata Persediaan
1	Januari 2024	Rp 41.666,67
2	Februari 2024	Rp 171.862,84
3	Maret 2024	Rp 416.634,22
4	April 2024	Rp 765.564,17
5	Mei 2024	Rp 974.922,13
6	Juni 2024	Rp 1.252.937,82
7	Juli 2024	Rp 1.527.035,20
8	Agustus 2024	Rp 1.600.457,43
9	September 2024	Rp 1.758.249,94
10	Oktober 2024	Rp 1.990.204,59
11	November 2024	Rp 2.221.175,54
12	Desember 2024	Rp 2.520.630,56
Total Biaya Persediaan		Rp 15.241.341,10

2. Menghitung nilai *Safety Stock* bahan baku gula

Perhitungan *safety stock* perusahaan juga menentukan risiko kehabisan stok bahan baku gula maksimal 1%. Untuk waktu tenggang dalam 1 bulan itu terdapat 4 minggu jadi dianggap hanya 28 hari. Perhitungan *safety stock* dapat menggunakan Persamaan (2.4) untuk setiap bahan baku gula:

$$\begin{aligned}\text{Waktu tenggang (lead time)} &= 1 \text{ hari} = \frac{1}{28} \text{ bulan} \\ &= 0,04 \text{ bulan.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Service level} &= 100\% - \text{risiko} \\ &= 100\% - 1\% \\ &= 99\% = 2,33 \text{ (Lihat Tabel z)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Safety stock} &= z(\sigma)\sqrt{L} \\ &= 2,33(147,92)\sqrt{0,04} \\ &= 68,93 \approx 69 \text{ kg per bulan.}\end{aligned}$$

Jadi, jumlah persediaan pengaman (*Safety stock*) sebesar 69 kg per bulan.

3. Menghitung nilai *Reorder Point* (Rop) bahan baku gula menggunakan Persamaan (5)

$$\text{Safety stock} = 69 \text{ kg per bulan;}$$

$$\text{Tingkat pemesanan rata-rata } (\bar{d}) = 147,92 \text{ kg;}$$

$$(\bar{d})L = 147,92 \left(\frac{1}{28}\right) = 5,28 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned}\text{Reorder point} &= (\bar{d})L + SS \\ &= 5,28 + 69 \\ &= 74,28 \approx 74 \text{ kg.}\end{aligned}$$

Jadi, titik ulang pemesanan (*Reorder point*) sebesar 74 kg per bulan.

4. Menentukan frekuensi pemesanan selanjutnya untuk bahan baku gula.

Berdasarkan Persamaan (2.6), didapatkan nilai EOQ sebagai berikut:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{H}} = \sqrt{\frac{2(1775)(41.666,67)}{3.020,59}} = \sqrt{\frac{147.916.678,5}{3.020,59}}$$

$$= \sqrt{48.969,47} = 221,29 \approx 221 \text{ kg.}$$

Untuk menentukan banyak frekuensi pemesanan menggunakan Persamaan (2.7) berikut:

$$F = \frac{D}{EOQ} = \frac{1775}{221} = 8,03 \approx 8 \text{ kali per tahun.}$$

Jadi, frekuensi pemesanan bahan baku gula dalam setahun sebanyak 8 kali pemesanan.

Dengan menggunakan perhitungan yang sama untuk bahan baku mentega, susu dan telur, maka dapat dilihat kebijakan bahan baku brownies pada Toko Mona Cake yang dapat dilihat pada Tabel 4.6:

Tabel 4.6. Kebijakan Bahan Baku Brownies Toko Moan Cake menggunakan Metode *Silver Meal*

Bahan Baku	Kebijakan Persediaan	
Tepung Terigu	<i>Safety stock</i>	77 kg
	<i>Reorder poin</i>	83 kg
	Biaya persediaan	Rp 16.768.635,09
	Frekuensi pemesanan	8 kali
Gula Pasir	<i>Safety stock</i>	69 kg
	<i>Reorder poin</i>	74 kg
	Biaya persediaan	Rp 15.241.341,10
	Frekuensi pemesanan	8 kali
Telur	<i>Safety stock</i>	4 kg
	<i>Reorder poin</i>	6 kg
	Biaya persediaan	Rp 5.648.213,69
	Frekuensi pemesanan	5 kali
Mentega	<i>Safety stock</i>	7 kg
	<i>Reorder poin</i>	10 kg
	Biaya persediaan	Rp 7.356.021,17
	Frekuensi pemesanan	6 kali
Susu	<i>Safety stock</i>	13 kg
	<i>Reorder poin</i>	17 kg
	Biaya persediaan	Rp 11.296.177,60
		7 kali
Frekuensi pemesanan		

4.2 Penyelesaian menggunakan Metode *Markov Chain*

Langkah-Langkah penyelesaian dengan menggunakan metode *Markov Chain* sebagai berikut:

Bahan Baku Tepung Terigu

a. Menentukan *state* naik dan *state* turun jumlah bahan baku tepung terigu

Untuk mendapatkan *state* naik dan *state* turun dari persediaan bahan baku tepung terigu dapat dilihat dari jumlah persediaan bahan baku pada bulan sebelumnya kemudian dibandingkan dengan persediaan bahan baku pada bulan sekarang yang dapat dilihat pada Tabel 4.7 berikut:

Tabel 4.7. Peralihan *State* Naik dan *State* Turun Persediaan Bahan Baku Tepung Terigu

Bulan	State Naik	Bulan	State Turun
Maret	50	Februari	-25
April	50	Mei	-50
Juni	25	Agustus	-50
September	25	Rata-Rata	-25
Oktober	50	Nilai Terkecil	-25

Desember	25
Rata-Rata	37,5
Nilai Terbesar	50

Untuk *state* 1 (keadaan naik) dengan *range* yang diambil mulai dari 0 hingga nilai rata-rata pada *state* naik $[0 \leq x \leq 37,5]$

Untuk *state* 2 (keadaan turun) dengan *range* yang diambil mulai dari nilai rata-rata pada *state* turun hingga 0 $[-35 \leq x \leq 0]$

Untuk *state* 3 (keadaan turun drastis) dengan *range* yang diambil mulai dari nilai rata-rata pada *state* turun hingga nilai terkecil pada *state* turun $[-50 \leq x \leq -35]$.

Dengan adanya batas *state*, maka transisi peralihan *state* dapat dibuat pada Tabel 4.8 berikut:

Tabel 4.8. Transisi *State* Persediaan Bahan Baku Tepung Terigu

Bulan	Nilai <i>State</i>	Peralihan	
		<i>State</i>	Transisi <i>State</i>
Februari	-25	2	
Mei	-50	3	2 – 3
Juni	25	1	3 – 1
Agustus	-50	3	1 – 3
September	-25	2	3 – 2
Oktober	25	1	2 – 1
Desember	-25	2	1 – 2

b. Menentukan matriks probabilitas transisi persediaan bahan baku tepung terigu

Berdasarkan Tabel 4.8 menunjukkan bahwa frekuensi peralihan *state* persediaan bahan baku tepung terigu yang terjadi pada setiap bulan, sehingga dapat diperoleh matriks probabilitas transisi persediaan bahan baku tepung terigu yang dimulai dengan melihat proses peralihan serta jumlah frekuensi peralihan *state* pada Tabel 4.9 berikut:

Tabel 4.9. Frekuensi Peralihan *State* Persediaan Bahan Baku Tepung Terigu

<i>State</i> Awal	<i>State</i> Akhir		
	1	2	3
1	0	1	1
2	2	0	1
3	1	1	0

Keterangan:

State 1 : Persediaan berada pada keadaan naik;

State 2 : Persediaan berada pada keadaan turun;

State 3: Persediaan berada pada keadaan turun drastis.

Berdasarkan Persamaan (2.8), frekuensi peralihan *state* persediaan tepung terigu dapat dibentuk matriks sebagai berikut:

$$P = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 2 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Setelah didapatkan matriks peralihan *state* persediaan tepung terigu, dapat dihitung nilai matriks *P*. Dengan cara menjumlahkan seluruh elemen setiap baris kemudian setiap elemen dibagi dengan nilai baris, sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:

$$P = \begin{bmatrix} 0 & 0,5 & 0,5 \\ 0,67 & 0 & 0,33 \\ 0,5 & 0,5 & 0 \end{bmatrix}$$

c. Menghitung matriks probabilitas transisi persediaan bahan baku tepung terigu untuk periode yang akan datang

Berdasarkan langkah sebelumnya diperoleh matriks probabilitas transisi persediaan bahan baku tepung terigu sebagai berikut:

$$P = \begin{bmatrix} 0 & 0,5 & 0,5 \\ 0,67 & 0 & 0,33 \\ 0,5 & 0,5 & 0 \end{bmatrix}$$

Vektor *state* dari persediaan tepung terigu dapat dituliskan sebagai berikut ini:

$$X(0) = \begin{bmatrix} 2 \\ 12 \\ 3 \\ 12 \\ 2 \\ 12 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,17 \\ 0,25 \\ 0,17 \end{bmatrix}$$

Untuk menghitung persediaan bahan baku tepung terigu untuk periode yang akan datang dapat menggunakan rumus pada Persamaan (2.9) sehingga dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P &= \begin{bmatrix} 0 & 0,5 & 0,5 \\ 0,67 & 0 & 0,33 \\ 0,5 & 0,5 & 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,17 \\ 0,25 \\ 0,17 \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} 0 + 0,125 + 0,085 \\ 0,1139 + 0 + 0,0561 \\ 0,085 + 0,125 + 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,21 \\ 0,17 \\ 0,21 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

Sehingga didapat:

State 1 berada pada keadaan naik = $0,21 \times 100 \times 225 \text{ kg} = 4.725 \text{ kg}$;

State 2 berada pada keadaan turun = $0,17 \times 100 \times 175 \text{ kg} = 2.975 \text{ kg}$;

State 3 berada pada keadaan turun drastis = $0,21 \times 100 \times 50 \text{ kg} = 1.050 \text{ kg}$.

Total persediaan bahan baku tepung terigu dimasa yang akan datang berjumlah 8.750 kg. Dengan demikian maka diperoleh biaya untuk persediaan bahan baku tepung terigu menggunakan metode *Markov Chain* yaitu sebesar:

Biaya pemesanan = $11 \times \text{Rp } 41.666,67$

= $\text{Rp } 458.333,37$;

Biaya penyimpanan = $8.750 \text{ kg} \times 3.020,59$

= $\text{Rp } 26.430.162,5$;

Total biaya persediaan = $\text{Rp } 458.333,37 + \text{Rp } 26.430.162,5$

= $\text{Rp } 26.888.495,87$.

Bahan Baku Gula

a. Menentukan *state* naik dan *state* turun jumlah bahan baku gula

Untuk mendapatkan *state* naik dan *state* turun dari persediaan bahan baku gula dapat dilihat dari jumlah persediaan bahan baku bulan sebelumnya kemudian dibandingkan dengan persediaan bahan baku pada bulan sekarang yang dapat dilihat pada Tabel 4.10 berikut:

Tabel 4.10. Peralihan *State* Naik dan *State* Turun Persediaan Bahan Baku Gula

Bulan	State Naik	Bulan	State Turun
Maret	50	Februari	-25
April	50	Mei	-50
Juni	25	Agustus	-75
September	25	Rata-Rata	-50
Oktober	25	Nilai Terkecil	-75
Desember	25		
Rata-Rata	33,33		
Nilai Terbesar	50		

Untuk *state* 1 (keadaan naik) dengan *range* yang diambil mulai dari 0 hingga nilai rata-rata pada *state*

naik $[0 \leq x \leq 33,33]$

Untuk *state* 2 (keadaan turun) dengan *range* yang diambil mulai dari nilai rata-rata pada *state* turun hingga 0 $[-50 \leq x \leq 0]$

Untuk *state* 3 (keadaan turun drastis) dengan *range* yang diambil mulai dari nilai rata-rata pada *state* turun hingga nilai terkecil pada *state* turun $[75 \leq x \leq -50]$.

Dengan adanya batas *state*, maka transisi peralihan *state* dapat dibuat pada Tabel 4.11 berikut:

Tabel 4.11. Transisi *State* Persediaan Bahan Baku Gula

Bulan	Nilai <i>State</i>	Peralihan	
		<i>State</i>	Transisi <i>State</i>
Februari	-25	2	
Mei	-50	2	2 – 2
Juni	25	1	2 – 1
Agustus	-75	3	1 – 3
September	25	1	3 – 1
Oktober	25	1	1 – 1
Desember	25	1	1 – 1

b. Matriks probabilitas transisi persediaan bahan baku gula

Berdasarkan dari Tabel 4.11 menunjukkan bahwa frekuensi peralihan *state* persediaan bahan baku gula yang terjadi pada setiap bulan, sehingga dapat diperoleh matriks probabilitas transisi persediaan bahan baku gula yang dimulai dengan melihat proses peralihan serta jumlah frekuensi peralihan *state* pada Tabel 4.12 berikut:

Tabel 4.12. Frekuensi Peralihan *State* Persediaan Bahan Baku Gula

<i>State</i> Awal	<i>State</i> Akhir		
	1	2	3
1	2	0	1
2	1	1	0
3	1	0	0

Keterangan:

State 1 : Persediaan berada pada keadaan naik;

State 2 : Persediaan berada pada keadaan turun;

State 3 : Persediaan berada pada keadaan turun drastis.

Berdasarkan Persamaan (2.8), frekuensi peralihan *state* persediaan gula pasir dapat dibentuk matriks sebagai berikut:

$$P = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Setelah didapatkan matriks peralihan *state* persediaan gula pasir, dapat dihitung nilai matriks P . Dengan cara menjumlahkan seluruh elemen setiap baris kemudian setiap elemen dibagi dengan nilai baris, sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:

$$P = \begin{bmatrix} 0,67 & 0 & 0,33 \\ 0,5 & 0,5 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

c. Menghitung matriks probabilitas transisi persediaan bahan baku gula untuk periode yang akan datang

Berdasarkan langkah sebelumnya diperoleh matriks probabilitas transisi persediaan bahan baku gula sebagai berikut:

$$P = \begin{bmatrix} 0,67 & 0 & 0,33 \\ 0,5 & 0,5 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Vektor *state* dari persediaan gula dapat dituliskan sebagai berikut ini:

$$X(0) = \begin{bmatrix} 3 \\ \frac{12}{2} \\ \frac{12}{1} \\ \frac{1}{12} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,25 \\ 0,17 \\ 0,08 \end{bmatrix}$$

Untuk menghitung persediaan bahan baku gula untuk periode yang akan datang dapat menggunakan rumus pada Persamaan (2.9), sehingga dapat dituliskan sebagai berikut:

$$P = \begin{bmatrix} 0,67 & 0 & 0,33 \\ 0,5 & 0,5 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,25 \\ 0,17 \\ 0,08 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 0,1675 + 0 + 0,0264 \\ 0,125 + 0,085 + 0 \\ 0,25 + 0 + 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,19 \\ 0,21 \\ 0,25 \end{bmatrix}$$

Sehingga didapat:

$$\text{State 1} = 0,19 \times 100 \times 200 \text{ kg} \\ = 3.800 \text{ kg};$$

$$\text{State 2} = 0,21 \times 100 \times 150 \text{ kg} \\ = 3.150 \text{ kg};$$

$$\text{State 3} = 0,25 \times 100 \times 75 \text{ kg} \\ = 1.875 \text{ kg}.$$

Total persediaan bahan baku gula dimasa yang akan datang berjumlah 8.825 kg. Dengan demikian maka diperoleh biaya untuk persediaan bahan baku gula menggunakan metode *Markov Chain* yaitu sebesar:

$$\text{Biaya pemesanan} = 9 \times \text{Rp } 41.666,67 \\ = \text{Rp } 375.000,03;$$

$$\text{Biaya penyimpanan} = 8.825 \text{ kg} \times \text{Rp } 3.020,59 = \text{Rp } 26.656.706,75;$$

$$\text{Total biaya persediaan} = \text{Rp } 375.000,03 + \text{Rp } 26.656.706,75 = \text{Rp } 27.031.706,78.$$

Dengan melakukan perhitungan yang sama untuk bahan baku telur, mentega dan susu diperoleh total biaya persediaan yang dapat dilihat pada Tabel 4.13 berikut:

Tabel 4.13. Total Biaya Persediaan Setiap Bahan Baku

Bahan Baku	Silver Meal
Tepung Terigu	Rp. 26.888.495,87
Gula Pasir	Rp. 27.031.706,78
Telur	Rp. 10.547.103,97
Mentega	Rp. 8.432.690,97
Susu	Rp. 34.666.515,12
Total	Rp. 107.566.512,71

Berikut rekapitulasi hasil total biaya persediaan setiap bahan baku menggunakan metode *Silver Meal* dan *Markov Chain* yang dapat dilihat pada Tabel 4.14:

Tabel 4.14. Rekapitulasi Hasil Total Biaya Persediaan Setiap Bahan Baku menggunakan *Silver Meal* dan *Markov Chain*

Bahan Baku	Silver Meal	Markov Chain
Tepung Terigu	Rp. 16.768.635,09	Rp. 26.888.495,87
Gula Pasir	Rp. 15.241.341,10	Rp. 27.031.706,78
Telur	Rp. 5.648.213,69	Rp. 10.547.103,97
Mentega	Rp. 7.356.021,17	Rp. 8.432.690,97
Susu	Rp. 11.296.177,60	Rp. 34.666.515,12
Total	Rp. 56.310.388,65	Rp. 107.566.512,71

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 14, terlihat bahwa metode *Silver Meal* menghasilkan total biaya persediaan yang lebih rendah dibandingkan metode *Markov Chain*. Hal ini disebabkan karena metode *Silver Meal* secara langsung mempertimbangkan biaya pemesanan dan biaya penyimpanan dalam menentukan ukuran lot pemesanan yang optimal. Sementara itu, metode *Markov Chain* lebih berfokus pada analisis probabilitas perubahan kondisi persediaan, sehingga kurang efektif dalam meminimalkan biaya persediaan secara langsung.

5. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode *Silver Meal* dan *Markov Chain* pada pengendalian persediaan bahan baku brownies di Toko Mona Cake diperoleh bahwa metode *Silver Meal* menghasilkan total biaya persediaan sebesar Rp56.310.388,65, sedangkan metode *Markov Chain* menghasilkan total biaya sebesar Rp107.566.512,71. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa metode *Silver Meal* lebih efektif dalam meminimalkan biaya persediaan bahan baku dibandingkan metode *Markov Chain* pada kasus Toko Mona Cake. Oleh karena itu, metode *Silver Meal* dapat direkomendasikan sebagai metode yang lebih optimal untuk pengendalian persediaan bahan baku pada usaha tersebut.

Daftar Pustaka

- [1] Nurhasanah, R. F. Sari dan H. Cipta, "Pengendalian Persediaan Bahan Baku Brownies dengan Analisis Perbandingan Metode *Min-Max*, *Economic Order Quantity* dan *Period Order Quantity*", *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika dan Statistika*, vol. 4, no. 1, hal. 151–160, 2023.
- [2] F. R. Siboro dan R. H. Nasution, "Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku dengan Menggunakan Metode *Economic Order Quantity* dan Metode *Min-Max*", *JITEKH*, vol. 8, no. 1, hal. 34–40, 2020.
- [3] D. Chairani, N. H. Prasetya dan H. Cipta, "Analisis Pengendalian Persediaan Obat Antibiotik RSUD Haji Medan dengan Menerapkan Metode *Always Better Control*, *Economic Order Quantity*, dan *Reorder Point*", *Jurnal Terapan Informatika Nusantara*, vol. 1, no. 12, hal. 618–622, 2021.
- [4] M. Yetriara, R. Muhida dan A. Bakri, "Penerapan Metode *Silver Meal* untuk Minimasi Biaya Persediaan Bahan Baku Tahu", *Jurnal Teknologi*, vol. 13, no. 1, hal. 26–32, 2023.
- [5] P. R. Novia, F. Rakhmawati dan R. Aprilia, "Metode Markov Chain dalam Pengendalian Persediaan untuk Perencanaan Biaya Persediaan Bahan Baku pada Toko Airin Bakery & Cake Shop", *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika dan Statistika*, vol. 4, no. 1, hal. 391–401, 2023.
- [6] T. Sukmono dan M. S. Lesmana, "Implementasi *Markov Chain* untuk Meminimumkan Biaya Perawatan Mesin *Spiral* Menggunakan Enumerasi Sempurna", *Jurnal Teknik Industri*, vol. 9, no. 1, hal. 132–143, 2023.
- [7] Gerry dan Nofirza, "Optimalisasi Biaya Perencanaan Dan Pengendalian Persediaan Menggunakan Metode *Silver-Meal*", *Jurnal Teknik Industri*, vol. 3, no. 1, hal. 17–25, 2017.
- [8] Richard Marpaung, "Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku dalam Meminimasi Biaya Produksi di PT Volex Batam", *Skripsi*, Universitas Putera Batam, 2022.
- [9] M. I. Dwiputranti dan N. U. Gandara, "Penerapan Model *Silver Meal* Heuristik Untuk Optimalisasi Persediaan Beras di Bulog Sub Divre Ciamis", *Jurnal Logistik Bisnis*, vol. 11, no. 02, hal. 19–24, 2021.
- [10] I. P. S. Siregar, "Aplikasi Rantai Markov Terboboti untuk Memprediksi Indeks Harga

- Konsumen saat Menghadapi Pandemi Covid-19", *Skripsi*, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, 2020.
- [11] Dicky Saputra."6 Cara Menghitung *Safety Stock* yang Efektif untuk Anda Gunakan". scmguide.com. Diakses tanggal 2024-12-15, 2021.
- [12] Z. R. Utomo, "Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Kain Linen dan Gracella pada CV. PDF dengan Metode *EOQ*, *PPB* dan *Silver Meal* Berbasis Sistem Informasi", *Skripsi*, Universitas Muhammadiyah Jakarta, 2023.
- [13] F. Ahmad dan A. Z. Al-Faritsy, "Analisis Perbandingan Metode *Economic Order Quantity* dan *Just In Time* untuk Pengendalian Persediaan pada PT CTI", *Jurnal ARTI : Aplikasi Rancangan Teknik Industri*, vol. 19, no. 2, hal.101-102, 2024.
- [14] I. P. S. Siregar, "Aplikasi Rantai Markov Terboboti untuk Memprediksi Indeks Harga Konsumen saat Menghadapi Pandemi COVID-19", *Skripsi*, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, 2020.
- [15] R. Kuswoyo, S. Dur, H.Cipta, "Penerapan Proses Stokastik Markov *Chain* dalam Pengendalian Persediaan Produksi Kelapa Sawit di Perkebunan Nusantara IV Sumatera Utara", *Jurnal Teknologi Terapan*, vol.7, no.2, hal.429-438, 2023.