

Artikel Penelitian

Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Kedelai dengan Metode *Economic Order Quantity* (EOQ) Model *Lagrange Multiplier* pada UMKM Tempe Barokah

Chrystofel Ambalinggi, Wahyuda *, Farida Djumiati Sitania

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Industri, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 28 Mei 2026
Revisi Akhir: 25 Agustus 2026
Diterbitkan Online: 25 Agustus 2026

KATA KUNCI

Economic Order Quantity
Kedelai
Lagrange Multiplier
Manajemen Persediaan
Peramalan

KORESPONDENSI (*)

E-mail: wahyuda@ft.unmul.ac.id

A B S T R A K

Persediaan bahan baku memiliki peranan penting dalam menjaga kelancaran proses produksi pada UMKM Tempe Barokah Samarinda. Permasalahan yang dihadapi UMKM adalah sistem pengendalian persediaan yang masih dilakukan secara sederhana, sehingga menyebabkan frekuensi pemesanan menjadi terlalu sering dan meningkatnya biaya pemesanan. Selain itu, keterbatasan kapasitas gudang penyimpanan juga menjadi batasan kendala. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jumlah pemesanan optimal berdasarkan kapasitas gudang, frekuensi pemesanan, *safety stock*, *reorder point*, serta membandingkan total biaya persediaan sebelum dan sesudah penerapan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) model *Lagrange Multiplier*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil uji variabilitas adalah sebesar $0,000808 < 0,25$ yang menunjukkan bahwa data bersifat statis. Hasil uji autokorelasi menunjukkan bahwa pola data bersifat stasioner (horizontal). Metode peramalan yang terbaik adalah metode *moving average* dengan interval 9 bulan dengan nilai MAD 0,96, MSE 1,60, dan MAPE 0,73%. Hasil peramalan permintaan untuk 12 bulan ke depan adalah sebesar 1582 karung kedelai dengan rata rata permintaan sebesar 132 karung. Hasil perhitungan dengan metode EOQ model *Lagrange Multiplier* menunjukkan bahwa jumlah pemesanan optimal sebesar 45 karung dengan frekuensi pemesanan sebanyak 36 kali, *safety stock* sebanyak 1 karung, dan *reorder point* sebanyak 6 karung. Total biaya persediaan pada metode EOQ *Lagrange Multiplier* adalah sebesar Rp2.225.185, jauh lebih rendah dibandingkan biaya persediaan pada metode perusahaan adalah sebesar Rp13.318.438. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode EOQ *Lagrange Multiplier* menghasilkan penghematan sebanyak Rp12.093.253 atau sebesar 84,46%. Dengan demikian, metode EOQ *Lagrange Multiplier* mampu meningkatkan efisiensi pada biaya persediaan.

PENDAHULUAN

Industri merupakan kegiatan ekonomi yang berfokus pada proses pengolahan bahan baku menjadi barang setengah jadi atau barang jadi yang memiliki nilai tambah lebih tinggi. Dalam Undang-Undang No. 3 Tahun 2014 tentang Perindustrian, industri didefinisikan sebagai seluruh bentuk aktivitas yang mengolah bahan baku atau memanfaatkan sumber daya industri untuk menghasilkan produk bernilai manfaat lebih besar. Industri tempe merupakan salah satu sektor yang memiliki prospek cukup baik. Produk ini umumnya dimanfaatkan sebagai lauk pauk, makanan pendamping, maupun camilan. Tempe memiliki potensi besar dalam mendukung kesehatan, serta ditawarkan dengan harga yang terjangkau, sehingga dapat menjadi pilihan alternatif pangan bergizi bagi seluruh lapisan masyarakat [1].

UMKM Tempe Barokah merupakan usaha yang bergerak di bidang produksi tempe yang telah berdiri sejak tahun 2003. Berdasarkan hasil observasi awal, pengendalian persediaan bahan baku kedelai saat ini masih menggunakan metode tradisional, yaitu pemesanan dilakukan tanpa perencanaan. Perusahaan melakukan pemesanan kedelai setiap hari

sebanyak 200 kg hingga 250 kg (4-5 karung) dengan *lead time* selama 1 hari untuk memenuhi permintaan produksi. Pemesanan yang dilakukan terlalu sering mengakibatkan perusahaan mengalami pemborosan waktu, tenaga, dan biaya angkut yang sangat tinggi dalam satu periode perencanaan produksi. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa belum optimalnya manajemen persediaan yang diterapkan, sehingga diperlukan penelitian untuk merencanakan sistem pengendalian persediaan yang lebih efisien dan berkelanjutan.

Untuk mengatasi frekuensi pemesanan yang terlalu tinggi, dibutuhkan metode pengendalian persediaan yang tepat. Terdapat berbagai metode pengendalian persediaan yang sudah dikenal di dunia industri, seperti metode *Economic Order Quantity* (EOQ). Metode *Economic Order Quantity* (EOQ) dikembangkan dengan tujuan untuk meminimalkan biaya persediaan rata-rata dalam jangka panjang [2]. UMKM Tempe Barokah memiliki kendala keterbatasan gudang penyimpanan, sehingga model EOQ dasar menjadi kurang relevan, karena tidak memperhitungkan kondisi keterbatasan gudang. Untuk mengatasi hal tersebut, digunakan EOQ model *lagrange multiplier* dengan membuat batasan dari kendala tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengelolaan persediaan bahan baku kedelai menggunakan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) model *lagrange multiplier*. Metode ini diharapkan dapat membantu perusahaan dalam menentukan frekuensi pemesanan yang optimal, mengurangi risiko kehabisan stok, serta meningkatkan efisiensi operasional.

TINJAUAN PUSTAKA

Persediaan

Inventory adalah istilah lain dari persediaan, yang mengacu pada barang-barang yang dimiliki oleh perusahaan. Jenis persediaan yang ada sangat bergantung pada karakteristik usaha yang dijalankan perusahaan tersebut. Khususnya bagi perusahaan yang beroperasi dalam sektor penjualan produk [3].

Jenis-jenis Persediaan

terdapat beberapa jenis persediaan yang umumnya ditemukan adalah sebagai berikut:

1. Persediaan Bahan Baku
Merupakan bahan utama yang didapatkan dari pihak perusahaan lain guna keperluan proses produksi di suatu perusahaan.
2. Persediaan Barang Dalam Proses
Mencakup produk setengah jadi yang masih memerlukan proses tambahan sebelum dapat menjadi barang jadi.
3. Persediaan Barang Jadi
Terdiri dari produk yang telah selesai diproduksi namun belum terjual [4].

Uji Outlier

Outlier merupakan data yang nilainya menyimpang jauh dari pola atau distribusi umum dalam suatu kumpulan data. Keberadaan data ini dapat mengindikasikan adanya kesalahan pengukuran, variasi dalam proses eksperimen, atau bahkan mencerminkan suatu kejadian yang bersifat unik [5]. Kuartil merupakan pembagian data yang telah diurutkan, baik dari nilai terkecil hingga terbesar maupun sebaliknya, menjadi empat bagian yang sama besar. Ukuran ini menitikberatkan pada 50% data di bagian tengah sehingga lebih *robust* terhadap keberadaan *outlier*. Berikut adalah formula untuk menghitung interkuartil yang dapat dilihat pada persamaan di bawah ini [6].

$$Q_i = \text{Nilai ke } \frac{i(n+1)}{4} \quad (1)$$

Keterangan:

i : nilai kuartil ($i=1,2,3$)

Q_i : jangkauan kuartil

Uji Variabilitas

Permintaan dikategorikan sebagai statis apabila memiliki nilai $V < 0,25$, sedangkan permintaan dinyatakan dinamis jika nilai $V \geq 0,25$. Menurut Silver dan Peterson, apabila nilai V berada di bawah 0,25, maka penentuan ukuran pemesanan dapat dilakukan dengan metode *Economic Order Quantity* (EOQ). Sebaliknya, apabila nilai V sama dengan atau lebih

besar dari 0,25, maka perhitungan ukuran pemesanan disarankan menggunakan pendekatan *dynamic lot sizing*. Penentuan jenis permintaan dilakukan dalam perencanaan persediaan agar dapat memilih model persediaan yang tepat dengan menggunakan formulasi Peterson-Silver sebagai berikut [7].

$$V = \frac{n \sum_{t=1}^n D_t^2}{(\sum_{t=1}^n D_t)^2} \quad (2)$$

Keterangan:

V : Koefisien variabilitas

n : Jumlah periode data permintaan

D_t : Jumlah permintaan pada periode n

Uji Autokorelasi

Autocorrelation Function (ACF) merupakan ukuran yang digunakan untuk mengetahui tingkat hubungan antara nilai-nilai dalam suatu deret waktu pada selang waktu (*lag*) tertentu. Nilai koefisien autokorelasi dihitung melalui rumus tertentu untuk menilai seberapa kuat keterkaitan antara data pada suatu periode dengan data pada periode sebelumnya. Adapun rumus untuk menghitung uji autokorelasi yang dapat dilihat pada persamaan di bawah ini [8].

$$\rho_k = \frac{\sum_{t=1}^{N-k} (X_t - \bar{X})(X_{t+k} - \bar{X})}{\sum_{t=1}^{N-k} (X_t - \bar{X})^2} \quad (3)$$

Keterangan:

ρ_k : Koefisien autokorelasi

X_t : data time series pada periode t

X_{t+k} : nilai pada periode x pada periode $t+k$

$\bar{X}$: nilai rata-rata variabel X

N : banyak data

Peramalan

Peramalan (*forecasting*) adalah suatu kegiatan atau tahapan yang bertujuan untuk mengestimasi kejadian potensial di masa depan dengan menggunakan data serta informasi relevan dari periode sebelumnya. Peramalan tidak hanya sekedar menduga, tetapi kegiatan ini mencakup analisis terstruktur dan penerapan model matematis spesifik untuk memproyeksikan situasi mendatang, didasarkan pada pola atau kecenderungan historis [9].

Metode Dalam Peramalan

Peramalan umumnya dibagi menjadi tiga jenis kelompok bagian yaitu jangka pendek, jangka menengah, dan jangka panjang. Peramalan jangka pendek umumnya di dimanfaatkan untuk memprediksi kejadian dengan menggunakan periode hari, minggu, hingga bulan ke depan. Peramalan jangka menengah adalah pendekatan peramalan dengan melibatkan analisis data historis untuk memperkirakan kejadian dalam periode satu hingga dua tahun ke depan, dan terakhir peramalan jangka panjang bertujuan untuk mengidentifikasi tren dan peristiwa di masa mendatang yang lebih jauh [10]. Berikut adalah beberapa metode peramalan.

1. Moving Average

Moving Average (Rata-rata Bergerak Sederhana) merupakan suatu teknik peramalan yang memanfaatkan nilai rata-rata dari sejumlah (n) data periode terakhir sebagai dasar untuk memproyeksikan kondisi pada periode berikutnya [11].

2. Weighted Moving Average

Metode *Weighted Moving Average* (WMA) atau rata-rata bergerak merupakan salah satu pendekatan yang dapat diaplikasikan untuk mengidentifikasi pola kecenderungan dalam rangkaian data waktu pada suatu aktivitas transaksi. Penerapan metode WMA lebih sesuai untuk menganalisis data yang menunjukkan fluktuasi relatif stabil atau tidak mengalami perubahan secara drastis [12].

3. Single Exponential Smoothing

Single Exponential Smoothing (SES) adalah sebuah metode peramalan yang memberikan pembobotan terhadap data menggunakan fungsi eksponensial berdasarkan rata-rata bergerak. Metode SES pada dasarnya merupakan teknik peramalan yang menerapkan sistem rata-rata dengan pembobotan tertentu [13].

Pengukuran Kesalahan Dalam Peramalan

Akurasi dalam peramalan mengacu pada tingkat kedekatan antara nilai aktual dengan nilai yang diprediksi. Berbagai metode telah diterapkan untuk mengidentifikasi tingkat kesalahan yang dihasilkan oleh suatu metode peramalan tertentu. Sebagian besar metode tersebut memanfaatkan perhitungan rata-rata dari sejumlah fungsi yang mengukur selisih antara nilai aktual dan nilai prediksinya. Berikut metode yang digunakan dalam mengukur akurasi hasil peramalan [14].

1. *Mean Square Error (MSE)*

Mean Squared Error (MSE) merupakan metode yang menghitung rata-rata kuadrat selisih antara nilai aktual dengan nilai hasil peramalan. Secara umum, MSE digunakan untuk mengukur tingkat kesalahan dalam suatu peramalan serta menjadi dasar untuk membandingkan dan mengevaluasi beberapa metode peramalan [15].

2. *Mean Absolute Deviation (MAD)*

Mean Absolute Deviation (MAD) merupakan ukuran yang digunakan untuk mengetahui rata-rata penyimpangan absolut dari suatu data terhadap nilai pusatnya. Dalam metode peramalan, MAD digunakan sebagai salah satu ukuran kesalahan untuk mengevaluasi hasil peramalan serta membantu dalam perhitungan *Tracking Signal* [16].

3. *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) merupakan ukuran yang digunakan untuk mengetahui rata-rata persentase kesalahan absolut dalam hasil peramalan [16].

Economic Order Quantity

metode *Economic Order Quantity* merupakan metode yang digunakan untuk menentukan jumlah persediaan bahan baku yang optimal melalui perhitungan volume pembelian yang paling efisien. Metode ini diterapkan dengan melakukan pembelian secara berkala dan bertujuan untuk menekan biaya pemesanan seminimal mungkin [17]. Untuk menentukan jumlah pembelian optimal dengan model EOQ dapat dihitung menggunakan persamaan di bawah ini [18].

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{H}} \quad (4)$$

Keterangan:

D : Jumlah permintaan

S : Biaya Pemesanan

H : Biaya penyimpanan Keterangan

Economic Order Quantity Model Lagrange Multiplier

Model *Economic Order Quantity* (EOQ) dengan model *lagrange multiplier* digunakan pada situasi yang melibatkan keterbatasan dalam pengelolaan persediaan. Metode *lagrange multiplier* sendiri telah banyak diterapkan pada berbagai permasalahan perencanaan yang memiliki kendala, seperti perencanaan kebutuhan material dengan batasan kapasitas [19].

Parameter λ dalam model EOQ *Lagrange Multiplier* digunakan untuk merepresentasikan adanya keterbatasan sumber daya, khususnya kapasitas ruang penyimpanan. Nilai λ menunjukkan besarnya pengaruh kendala tersebut terhadap penentuan jumlah pemesanan optimal (Q). Dengan demikian, λ berperan sebagai faktor penyesuaian yang menghubungkan fungsi biaya total persediaan dengan batasan kapasitas, sehingga nilai Q yang dihasilkan tetap memenuhi keterbatasan yang ada dalam sistem. Adapun formula untuk menentukan nilai λ dalam model *lagrange multiplier* dapat dilihat di bawah ini [20].

$$\frac{F}{O} = \sqrt{\frac{2DS}{h + 2O(G + \lambda)}} \quad (5)$$

Keterangan:

D : Jumlah permintaan

S : Biaya setiap kali pesanan dibuat

h : Biaya penyimpanan per unit per tahun

O : Pemakaian kapasitas per unit

G : Biaya gudang per meter kubik

F : Kapasitas Gudang penyimpanan

Terdapat tiga kondisi yang menggambarkan hubungan antara λ dan parameter biaya gudang (G), yaitu sebagai berikut. [20]

1. Jika $\lambda \leq -G$, maka kendala kapasitas belum memberikan pengaruh terhadap model. Dalam kondisi ini, nilai EOQ optimal mengikuti rumus EOQ dasar.
2. Jika $-G < \lambda \leq 0$, maka kendala mulai berpengaruh, khususnya melalui komponen biaya gudang (GO). Pada kondisi ini, rumus EOQ mengalami penyesuaian dengan menambahkan komponen biaya gudang ke dalam penyebut, sehingga nilai EOQ optimal menjadi lebih kecil dibandingkan EOQ dasar.
3. Jika $\lambda > 0$, maka kendala kapasitas menjadi faktor dominan dalam model. Dalam kondisi ini, jumlah pemesanan optimal EOQ tidak lagi semata-mata ditentukan oleh fungsi biaya, melainkan dibatasi langsung oleh kapasitas ruang yang tersedia dengan menggunakan rumus di bawah ini.

$$Q = \sqrt{\frac{2DS}{h + 2O(G+\lambda)}} \quad (6)$$

Frekuensi Pemesanan Optimal

Untuk mengetahui frekuensi pemesanan dengan jumlah kuantitas pemesanan yang telah dilakukan, maka dapat dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan di bawah ini [21].

$$F = \frac{D}{Q} \quad (7)$$

Keterangan:

F : Frekuensi pemesanan

D : Jumlah yang dibutuhkan selama periode tertentu

Q : Economic Order Quantity (dalam unit)

Safety Stock

Menurut Waronto dan Alkarim (2016), *safety stock* adalah persediaan pengamanan yang bertujuan untuk mengantisipasi kemungkinan kekurangan barang. Hal ini dapat terjadi akibat penggunaan barang yang melebihi perkiraan awal atau keterlambatan dalam penerimaan barang yang telah dipesan [22]. Menurut Handoko (2020), penetapan biaya persediaan pengaman dilakukan melalui pendekatan analisis statistik dengan mempertimbangkan selisih antara estimasi kebutuhan bahan baku dan rata-rata kebutuhan aktual, sehingga dapat diketahui standar deviasi dengan rumus di bawah ini [23].

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n}} \quad (8)$$

Keterangan:

n : jumlah data

SD : standar deviasi

X_i : permintaan kebutuhan

$\bar{X}$: rata-rata kebutuhan

Maka, rumus untuk menghitung *safety stock* adalah.

$$Safety Stock = Service level \times \text{Standar deviasi} \quad (9)$$

Reorder Point (ROP)

Ryando dkk. (2019), menyatakan bahwa *Reorder Point* adalah saat atau titik di mana harus diadakan pemesanan serupa, sehingga kedatangan atau penerimaan material yang dipesan tepat pada waktu di mana persediaan atas *safety stock* sama dengan nol. Model ROP yang akan digunakan dapat dilihat dengan rumus di bawah ini [21].

$$ROP = (d \times Lt) + SS \quad (10)$$

Keterangan:

ROP : Reorder point

d : Kebutuhan harian
Lt : Lead time (waktu tunggu)
SS : Stok pengaman (Safety stock)

Total Biaya Persediaan

Menurut Andiri dan Slamet (2016), rumus untuk menghitung total biaya persediaan adalah sebagai berikut [24].

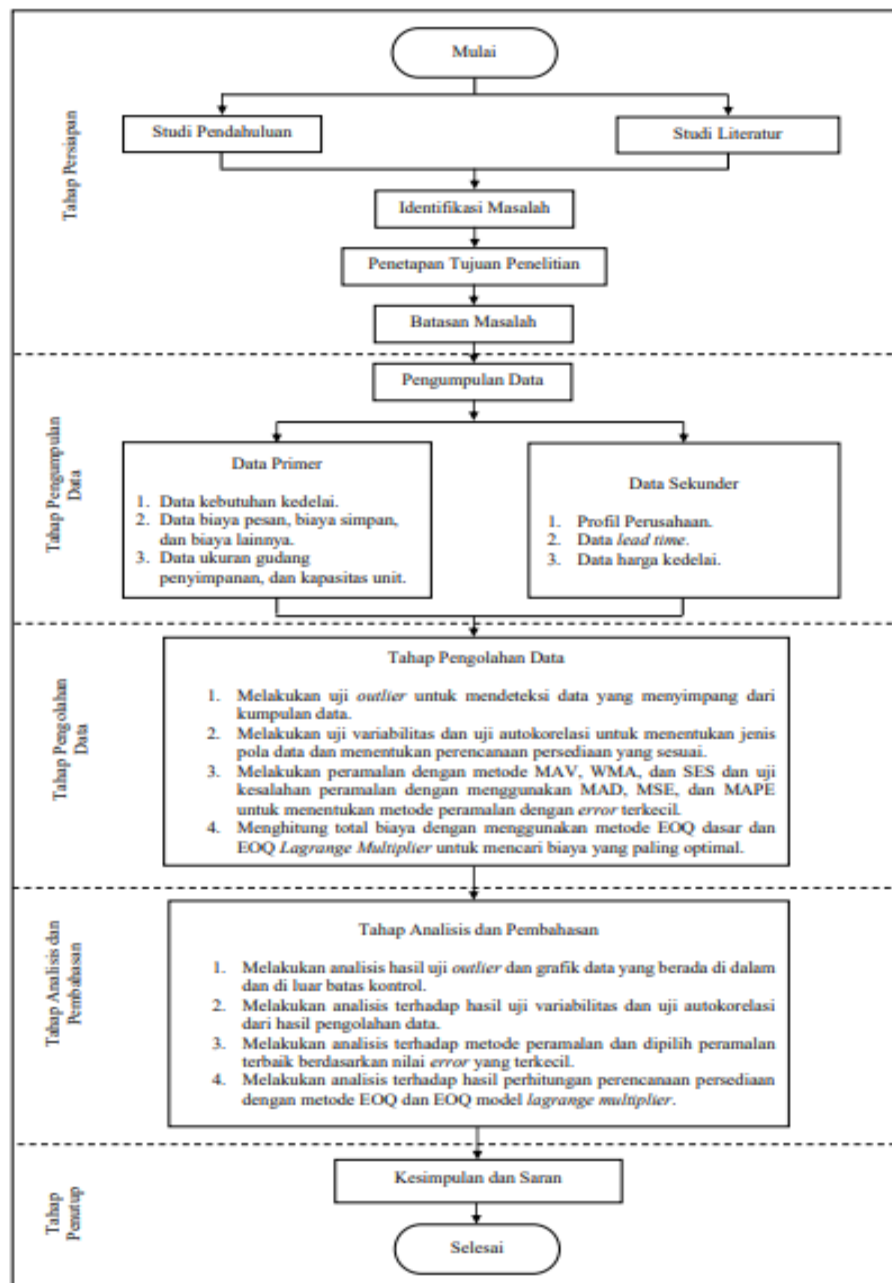
$$TIC = \sqrt{2 D S H} \quad (11)$$

Keterangan:

TIC : Total persediaan
D : Jumlah permintaan
S : Biaya Pemesanan
H : Biaya penyimpanan

METODOLOGI

Metodologi penelitian ini dilaksanakan di UMKM Tempe Barokah, Samarinda. Penelitian diawali dengan tahap persiapan yang meliputi studi pendahuluan, studi literatur, identifikasi masalah, penetapan tujuan penelitian, batasan masalah, serta studi lapangan untuk memahami kondisi aktual sistem persediaan bahan baku kedelai. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, dan studi literatur dengan menggunakan data primer berupa data kebutuhan kedelai, biaya pemesanan, biaya penyimpanan, biaya gudang, dimensi karung kedelai, serta kapasitas gudang penyimpanan. Selain itu, digunakan pula data sekunder berupa profil perusahaan, data *lead time*, dan data harga kedelai yang dapat dilihat pada diagram alir di bawah ini



Gambar 1. Diagram Alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data awal keperluan bahan baku kedelai ini diperlukan untuk menentukan pola data permintaan, mengetahui jenis data, serta untuk melakukan peramalan. Berikut adalah data permintaan bahan baku kedelai 12 bulan terakhir yang dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Data Permintaan Kedelai Tahun 2025

No	Bulan	Permintaan (Kg)	Permintaan (Karung)
1	Januari	6.600	132
2	Februari	6.000	120
3	Maret	6.700	134
4	April	6.400	128
5	Mei	6.650	133
6	Juni	6.450	129

7	Juli	6.600	132
8	Agustus	6.700	134
9	September	6.400	128
10	Oktober	6.600	132
11	November	6.500	130
12	Desember	6.600	132
Total		78.200	1.564
Rata-rata		6.516,667	130,333
		6.517 kg	131 karung

1. Analisis Uji *Outlier*

Sebelum melakukan uji *outlier* data historis harus diurutkan terlebih dahulu dari yang terkecil hingga terbesar yang dapat dilihat di bawah ini.

Demand = 120, 128, 128, 129, 130, 132, 132, 132, 132, 133, 134, 134

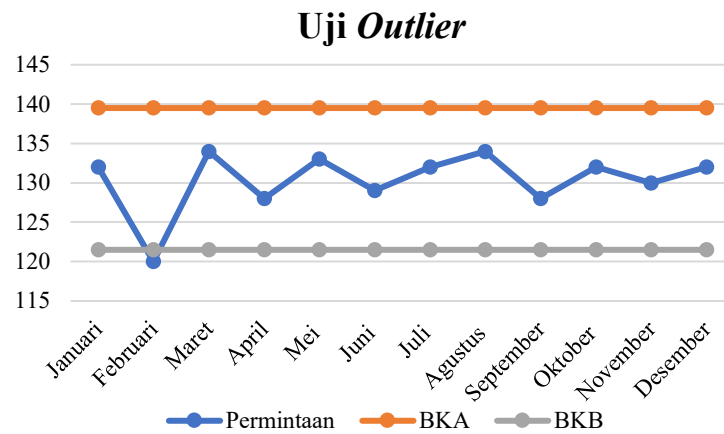
Setelah itu dapat dilakukan penentuan nilai Q_1 hingga Q_3 dengan menggunakan persamaan 1.

$$\begin{aligned}
 Q_1 &= \frac{1(12+1)}{4} \\
 &= 3,25 \text{ (antara nilai data ke 3 dan ke 4, maka diambil 25\% jarak keduanya)} \\
 &= 128 + 0,25 (129-128) \\
 &= 128,25 \\
 Q_2 &= \frac{2(12+1)}{4} \\
 &= 6,5 \text{ (antara nilai data ke 6 dan ke 7, maka diambil nilai tengahnya)} \\
 &= 132 \\
 Q_3 &= \frac{3(12+1)}{4} \\
 &= 9,75 \text{ (antara nilai data ke 9 dan ke 10, maka diambil 75\% jarak keduanya)} \\
 &= 132 + 0,75 (133-132) \\
 &= 132,75
 \end{aligned}$$

Setelah itu, maka dapat dihitung nilai dari *interquartile range* (IQR) dan batas kontrol bawah (*lower bound*) dan batas kontrol atas (*upper bound*) dari data tersebut.

$$\begin{aligned}
 \text{IQR} &= Q_3 - Q_1 \\
 &= 132,75 - 128,25 \\
 &= 4,5 \\
 \text{BKB} &= Q_3 - 1,5 \times (\text{IQR}) \\
 &= 132,75 - 1,5 \times 4,5 \\
 &= 139,5 \\
 \text{BKA} &= Q_1 + 1,5 \times (\text{IQR}) \\
 &= 128,25 + 1,5 \times 4,5 \\
 &= 121,5
 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilai masing-masing kuartil, nilai *interquartile range* (IQR) dan nilai dari batas kontrol bawah dan atas, maka hasil dari uji *outlier* dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Gambar 2. Hasil Uji Outlier

Sebagian besar data permintaan berada dalam batas kontrol bawah (*lower bound*) dan batas kontrol atas (*upper bound*), sehingga dapat dianggap normal dan stabil. Namun, terdapat satu data yang berada di luar batas tersebut, yaitu pada bulan Februari dengan nilai 120 karung. Hal ini menandakan bahwa data tersebut merupakan *outlier* atau penyimpangan dari pola umum. namun data tersebut tetap akan digunakan karena mencerminkan kondisi sebenarnya.

2. Analisis Uji Variabilitas

uji variabilitas dilakukan dengan menggunakan rumus Peterson-Silver untuk menentukan jenis pada data historis dengan menggunakan persamaan 2.

$$V = \frac{n \sum_{t=1}^n D_t^2}{(\sum_{t=1}^n D_t)^2} - 1$$

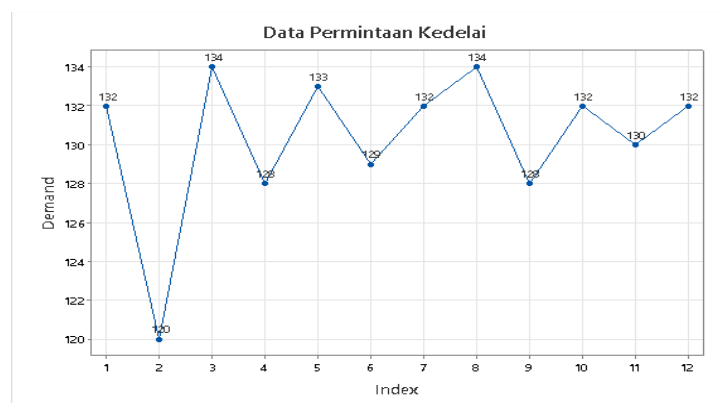
$$= \frac{12 \times 204.006}{2.446.096} - 1$$

$$= 0,000808$$

Hasil tersebut menunjukkan bahwa $V < 0,25$ yang menunjukkan bahwa jenis permintaan bahan baku kedelai bersifat statis.

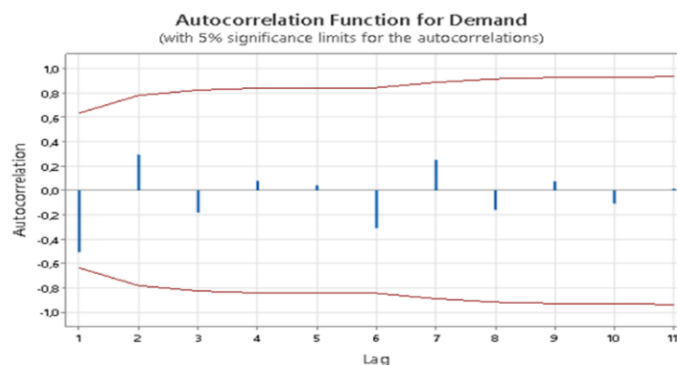
3. Analisis Penentuan Pola Data dan Uji Autokorelasi

Penentuan pola data permintaan pada pemesanan bahan baku kedelai dilakukan dengan menggunakan *software* Minitab 22. Berikut adalah pola data permintaan pada UMKM Tempe barokah yang dapat dilihat di bawah ini.



Gambar 3. Pola Data Permintaan

Terlihat bahwa data mengalami fluktuasi dari bulan ke bulan tanpa menunjukkan kecenderungan peningkatan maupun penurunan yang konsisten. Permintaan sempat mencapai titik terendah pada Februari dan kembali meningkat pada bulan-bulan berikutnya. Oleh karena itu, jenis pola data dapat dikategorikan sebagai pola horizontal (*stationary*). Untuk memastikan pola data bersifat stasioner dan tidak memiliki unsur *trend* ataupun musiman, maka perlu dilakukan uji autokorelasi data menggunakan *software* Minitab 22.



Gambar 4. Hasil Uji Autokorelasi

Sumbu vertikal di sisi kiri grafik menunjukkan rentang koefisien autokorelasi dari -1 hingga +1, sedangkan garis horizontal di bagian tengah merepresentasikan nilai autokorelasi nol. Dua garis berwarna merah menunjukkan batas pendekatan dengan tingkat kepercayaan sebesar 95%. Sementara itu, skala horizontal dari 1 hingga 11 menggambarkan *lag*. Tidak terdapat nilai autokorelasi yang melampaui batas yang ditentukan, sehingga data tersebut menunjukkan pola stasioner (*horizontal*).

4. Analisis Peramalan

Terdapat empat metode peramalan yang dilakukan, yaitu metode *Moving Average*, *Weighted Moving Average*, dan *Single Exponential Smoothing*. Keempat metode peramalan tersebut akan dibandingkan dan akan dipilih satu metode yang menghasilkan tingkat kesalahan paling kecil berdasarkan *Mean Absolute Deviation* (MAD), *Mean Square Error* (MSE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

a. Peramalan dengan *Moving Average*

Perhitungan dilakukan dengan menggunakan rata-raya bergerak bulanan dengan interval waktu dari 2 bulan hingga 11 bulan. Hasil perhitungan data peramalan *Moving Average* dapat dilihat di bawah ini.

Tabel 2. Hasil Peramalan dengan *Moving Average*

<i>Moving Average</i>	MAD	MSE	MAPE
2 MA	2,73	11,14	2,115%
3 MA	2,37	7,83	1,807%
4 MA	2,13	6,80	1,616%
5 MA	1,74	4,39	1,329%
6 MA	2,47	7,87	1,881%
7 MA	1,77	4,91	1,344%
8 MA	1,75	3,31	1,343%
9 MA	0,96	1,60	0,730%
10 MA	1,10	2,02	0,834%
11 MA	1,82	3,31	1,377%

b. Peramalan dengan *Weighted Moving Average*

Dalam metode *Weighted Moving Average*, setiap periode diberikan bobot tertentu, di mana periode yang lebih dekat dengan waktu sekarang memperoleh bobot yang lebih besar. Proses peramalan dengan metode ini dilakukan untuk interval waktu mulai dari 2 bulan hingga 11 bulan. Adapun hasil peramalan menggunakan metode *Weighted Moving Average* dapat dilihat pada tabel di bawah ini .

Tabel 3. Hasil Peramalan dengan *Weighted Moving Average*

<i>Weighted Moving Average</i>	MAD	MSE	MAPE
2 WMA	2,72	13,90	2,062%
3 WMA	2,49	7,73	1,901%
4 WMA	2,32	7,09	1,771%
5 WMA	1,89	4,66	1,441%
6 WMA	2,35	6,88	1,787%
7 WMA	1,97	5,32	1,501%
8 WMA	1,76	3,56	1,356%
9 WMA	1,09	1,41	0,825%
10 WMA	1,11	1,44	0,849%
11 WMA	1,30	1,69	0,985%

c. Peramalan dengan *Single Exponential Smoothing*

Single Exponential Smoothing (SES) merupakan metode peramalan yang memberikan bobot pada data secara eksponensial dengan rentang nilai *smoothing* $0 < \alpha < 1$. Setelah proses peramalan dilakukan, langkah berikutnya adalah membandingkan nilai *error* dari setiap nilai *smoothing* yang digunakan untuk menentukan nilai α yang paling optimal. Hasil perhitungan dengan metode *Single Exponential Smoothing* tersebut dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Hasil Peramalan dengan *Single Exponential Smoothing*

<i>Single Exponential Smoothing</i>	MAD	MSE	MAPE
$\alpha = 0,1$	3,02	17,96	2,38%
$\alpha = 0,2$	3,22	19,16	2,53%
$\alpha = 0,3$	3,40	20,70	2,67%
$\alpha = 0,4$	3,59	22,53	2,81%
$\alpha = 0,5$	3,80	24,69	2,97%
$\alpha = 0,6$	4,04	27,28	3,15%
$\alpha = 0,7$	4,32	30,38	3,36%
$\alpha = 0,8$	4,32	30,38	3,36%
$\alpha = 0,9$	5,02	38,77	3,90%

d. Pemilihan Metode Peramalan

berikut adalah rekapitulasi hasil peramalan untuk permintaan kedelai yang dapat di lihat pada tabel di bawah sebagai berikut.

Tabel 5. Hasil Peramalan dengan *Single Exponential Smoothing*

Metode Peramalan	Interval	MAD	MSE	MAPE
<i>Moving Average</i>	9 bulan	0,96	1,60	0,73%
<i>Weighted Moving Average</i>	9 bulan	1,09	1,41	0,83%
<i>Single Exponential Smoothing</i>	$\alpha = 0,1$	3,02	17,96	2,38%

Berdasarkan metode peramalan yang terpilih yaitu metode *Moving Average* dengan interval 9 bulan, dilakukan peramalan untuk 12 periode yang akan datang. Hasil peramalan 12 periode yang akan datang dengan metode *Moving Average* dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 6. Hasil Peramalan Periode Selanjutnya

Bulan	Periode	Forecast (karung)	
Januari	13	130,89	131
Februari	14	131,21	132
Maret	15	131,01	132
April	16	131,23	132
Mei	17	131,15	132
Juni	18	130,83	131
Juli	19	131,15	132
Agustus	20	131,05	132
September	21	131,17	132
Oktober	22	131,08	132
November	23	131,10	132
Desember	23	131,09	132
Total		1582	
Rata-rata		131,83	
Standar Deviasi		0,37	
Service Level 95%		1,64	

5. Perhitungan Perencanaan Persediaan

Dalam melakukan perhitungan perencanaan persediaan, dibutuhkan sejumlah data pendukung yang berkaitan dengan aktivitas pembelian bahan baku kedelai yang rinciannya dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 7. Data Biaya Pesan

No	Rincian	Jumlah	Satuan	Biaya / satuan	Biaya / Sekali Pesan
1	Biaya telfon	300 detik	60 detik	Rp1.049	Rp5.245
2	Jasa angkut	1	orang	Rp40.000	Rp40.000
Total					Rp45.245

Tabel 8. Data Biaya Simpan

Rincian	Jumlah	Satuan	Biaya / Satuan	Biaya / Bulan	Biaya / Tahun
Biaya listrik (900 VA)	295	kWh	Rp1.352	Rp398.840	Rp4.786.080
Biaya Susut	5	Persen / unit	Rp475.000	Rp3.095.417	Rp37.145.000
Total				Rp3.494.257	Rp41.931.080
Biaya Simpan Per Unit Per Tahun					Rp26.505

Tabel 9. Data Lainnya

Data Lainnya		Nilai
Volume Gudang	P	2m
	L	1,2m
	T	1,8m
	Volume	4,32m ³
Volume Karung (50 kg)	P	1
	L	0,6
	T	0,16
	Volume	0,096m ³
Kapasitas Penyimpanan (Max)		45 karung

Setelah semua data telah dikumpulkan, maka dapat dilakukan perhitungan perencanaan persediaan bahan baku kedelai yang dapat dilihat di bawah ini

a. Perhitungan dengan Metode EOQ Dasar

Berikut ini merupakan hasil perhitungan EOQ berdasarkan hasil metode peramalan yang dipilih dengan menggunakan persamaan 4 .

$$\begin{aligned}
 \text{EOQ} &= \sqrt{\frac{2DS}{H}} \\
 &= \sqrt{\frac{2(1582)(45.245)}{(26.505)}} \\
 &= 73,49 \text{ karung} \\
 &\approx 74 \text{ karung}
 \end{aligned}$$

Setelah diperoleh EOQ dasar, dilakukan evaluasi terhadap kapasitas gudang perusahaan. Dengan kapasitas maksimum 45 unit, EOQ dasar sebesar 74 karung melebihi batas penyimpanan sehingga tidak dapat diterapkan.

b. Perhitungan dengan Metode EOQ *Lagrange Multiplier*

Sebelum menghitung EOQ *Lagrange Multiplier* digunakan parameter λ untuk membuat batasan (*constrain*), dalam hal ini adalah kapasitas gudang. Berikut adalah perhitungan untuk mencari nilai λ dengan menggunakan persamaan 5.

$$\begin{aligned}
 \frac{F}{O} &= \sqrt{\frac{2DS}{h + 2O(G+\lambda)}} \\
 \lambda &= \frac{DSO}{F^2} - \frac{h}{2O} - 0 \\
 \lambda &= \frac{(1.582)(45.245)(0,096)}{4,32^2} - \frac{26.505}{2(0,096)} - 0 \\
 \lambda &= 230150,045
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, dapat diketahui bahwa $\lambda > 0$, maka batasan kapasitas penyimpanan menjadi pengaruh besar dalam model, sehingga digunakan EOQ model *lagrange multiplier* dengan menggunakan persamaan 6 di bawah ini.

$$\begin{aligned}
 Q &= \sqrt{\frac{2DS}{h + 2O(G+\lambda)}} \\
 &= \sqrt{\frac{2(1.582)(45.245)}{26.505 + 2(0,096)(0+229150,045)}} \\
 &= 45
 \end{aligned}$$

c. Perhitungan Frekuensi Pemesanan Optimal

Berikut merupakan hasil perhitungan dari frekuensi pemesanan optimal bahan baku kedelai dengan menggunakan persamaan 7.

$$\begin{aligned}
 F &= \frac{D}{Q} \\
 &= \frac{1582}{45} \\
 &= 35,16 \\
 &\approx 36 \text{ kali}
 \end{aligned}$$

d. Perhitungan *Safety Stock*

Sebelum menghitung *safety stock*, terlebih dahulu dilakukan perhitungan untuk menentukan standar deviasi dengan menggunakan data aktual dan data rata-rata penggunaan bahan baku dengan menggunakan persamaan 8.

$$\begin{aligned}
 SD &= \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n}} \\
 &= \sqrt{\frac{(131-131,83)^2 + (132-131,83)^2}{12}} \\
 &= 0,37
 \end{aligned}$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan *safety stock* dengan menggunakan persamaan 9 di bawah ini.

$$\begin{aligned}
 \text{Safety Stock} &= \text{Service level} \times \text{Standar deviasi} \\
 &= 95\% \times 0,37 \\
 &= 1,64 \times 0,37 \\
 &= 0,61 \\
 &\approx 1 \text{ karung}
 \end{aligned}$$

e. Perhitungan *Reorder Point*

Berikut ini merupakan perhitungan *reorder point* (ROP) dengan menggunakan persamaan 10 di bawah ini.

$$\begin{aligned}
 \text{ROP} &= \frac{d \times L_t}{365} + SS \\
 &= \frac{1582 \times 1}{365} + 1 \\
 &= 5,33 \\
 &\approx 6 \text{ karung}
 \end{aligned}$$

f. Perhitungan Total Biaya Persediaan

Berikut ini merupakan perhitungan total biaya persediaan dengan menggunakan EOQ model *Lagrange Multiplier* yang dapat dilihat di bawah ini:

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Pemesanan} &= \frac{D}{Q} \times \text{biaya pesan} \\
 &= 36 \times 45.245 \\
 &= \text{Rp}1.628.820 \text{ per tahun} \\
 \text{Biaya Penyimpanan} &= \frac{Q}{2} \times \text{biaya simpan} \\
 &= 22,5 \times 26,505 \\
 &= \text{Rp}596.365 \text{ per tahun} \\
 \text{Biaya Total Persediaan} &= \text{Biaya pemesanan} + \text{Biaya penyimpanan} \\
 &= \text{Rp}1.628.820 + \text{Rp}596.365 \\
 &= \text{Rp}2.225.185 \text{ per tahun}
 \end{aligned}$$

6. Analisis Perbandingan Total Biaya dengan Metode EOQ dan Kebijakan Perusahaan

Analisis perbandingan total biaya persediaan dilakukan untuk membandingkan total biaya persediaan bahan baku kedelai menggunakan metode EOQ *lagrange multiplier* dan kebijakan perusahaan. Berikut ini merupakan perbandingan biaya total persediaan dengan EOQ dan kebijakan perusahaan

Tabel 8. Perbandingan Total Biaya Persediaan

Metode	Biaya Pemesanan	Biaya Penyimpanan	Total
EOQ <i>lagrange multiplier</i>	Rp1.628.820	Rp596.365	Rp2.225.185
Kebijakan Perusahaan	Rp14.252.175	Rp66.263	Rp14.318.438
Penghematan			Rp12.093.253
			84,46%

Secara keseluruhan, dapat dilihat bahwa total biaya persediaan dengan menggunakan metode EOQ *lagrange multiplier* jauh lebih rendah apabila dibandingkan dengan kebijakan perusahaan yang melakukan pemesanan terlalu sering. Perencanaan persediaan dengan metode EOQ *lagrange multiplier* menghasilkan penghematan

sebesar Rp12.093.254 atau sekitar 84,46%. Hal ini disebabkan oleh biaya pemesanan pada metode EOQ sangat ditekan sehingga memiliki selisih yang sangat jauh apabila dibandingkan dengan kebijakan perusahaan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, metode *Economic Order Quantity* (EOQ) model *Lagrange Multiplier* dengan kendala kapasitas gudang menghasilkan jumlah pemesanan optimal sebanyak 45 karung per pemesanan, dengan total biaya persediaan sebesar Rp2.225.185 per tahun dan frekuensi pemesanan 36 kali per tahun. Selain itu, diperoleh *safety stock* sebesar 1 karung dan *reorder point* sebesar 6 karung. Dibandingkan kebijakan perusahaan dengan total biaya Rp14.318.438 per tahun, metode EOQ Lagrange Multiplier mampu menghemat biaya persediaan sebesar Rp12.093.253 atau sekitar 84,46%, sehingga terbukti lebih efisien dan optimal dalam pengendalian persediaan.

UMKM Tempe Barokah disarankan menerapkan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) *Lagrange Multiplier* sebagai acuan pengendalian persediaan bahan baku karena mampu menentukan kuantitas pemesanan yang optimal sekaligus menekan biaya pemesanan. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk mempertimbangkan faktor lain yang dapat memengaruhi hasil peramalan permintaan kedelai serta mengkaji metode pengendalian persediaan alternatif untuk memperoleh perbandingan dan hasil yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Dewi and S. E. Rahayu, "Strategi Pengembangan Usaha Industri Rumah Tangga Tempe di Desa Sendang Mulya Sari Kabupaten Konawe (Studi Kasus Usaha Tempe Bu Ratmi)," *Jurnal Ilmiah Mahasiswa*, vol. 2, pp. 40–49, Mar. 2024, doi: 10.59603/niantanasikka.v2i2.472.
- [2] P. H. Zipkin, *Foundations Of Inventory Management*. Boston: McGraw-Hill Higher Education, 2000.
- [3] Kurniawati and M. Badrul, "Penerapan Metode Waterfall Untuk Perancangan Sistem Informasi Inventory Pada Toko Keramik Bintang Terang," *Jurnal PROSISKO*, vol. 8, no. 2, pp. 47–52, Sep. 2021.
- [4] A. Fauzi, A. Zakia, B. A. Putra, D. Sapto Bagaskoro, R. N. Pangestu, and S. Wijaya, "Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Dampak Persediaan Barang Dalam Proses Terhadap Pehitungan Biaya Proses: Persediaan Barang Perusahaan, Kalkulasi Biaya Pesanan dan Pemakaian Bahan Baku (Literature Review Akuntansi Manajemen)," *Jurnal Ilmu Hukum Humaniora dan Politik*, vol. 2, no. 3, pp. 253–66, Jun. 2022.
- [5] Elfrianto, Nur' Afifah, L. H. Pulungan, and Irvan, *Panduan Lengkap Analisis Statistik Untuk Penelitian Skripsi, Tesis, dan Disertasi*. Medan: UMSU Press, 2025.
- [6] S. Ningsih *et al.*, *STATISTIKA DAN PROBABILITAS*. Padang: U ME Publishing, 2025.
- [7] K. J. Rabbani, Wahyuda, and F. D. Sitania, "Analisis Pengendalian Persediaan Kedelai pada PRIMKOPTI Guna Memenuhi Kebutuhan Produksi Industri Tahu Tempe di Balikpapan," *Jurnal Teknologi Terapan*, vol. 6, no. 2, pp. 284–294, Sep. 2022, doi: 10.33379/gtech.v6i2.1709.
- [8] N. T. Qurniawan and T. Sukmono, "Peramalan Permintaan dengan Menerapkan Metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) pada Industri Beton," *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT)*, vol. 4, no. 3, pp. 1024–1032, Sep. 2025.
- [9] M. Olivia and Amelia, "Metode Exponential Smoothing Untuk Forecasting Jumlah Penduduk Miskin di Kota Langsa," *Jurnal Matematika dan Terapan*, vol. 3, no. 1, pp. 47–51, 2021.
- [10] F. Ahmad, "Penentuan Metode Peramalan Pada Produksi Part New Granada Bowl ST di PT.X," *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, vol. 7, no. 1, pp. 31–39, May 2020.
- [11] A. Lusiana and P. Yularty, "Penerapan Metode Peramalan (Forecasting) Pada Permintaan Atap di PT X," *Jurnal Teknik Industri ITN Malang*, pp. 11–20, Mar. 2020.
- [12] C. A. Suhendra, M. Asfi, W. J. Lestari, and I. Syafrinal, "Sistem Peramalan Persediaan Sparepart Menggunakan Metode Weight Moving Average dan Reorder Point," *MATRIK : Jurnal Manajemen, Teknik Informatika dan Rekayasa Komputer*, vol. 20, no. 2, pp. 343–354, May 2021, doi: 10.30812/matrik.v20i2.1052.
- [13] N. P. L. Santiari and I. G. S. Rahayuda, "Analisis Perbandingan Metode Single Exponential Smoothing dan Single Moving Average dalam Peramalan Pemesanan," *Jurnal Informatika Universitas Pamulang*, vol. 6, no. 2, pp. 312–318, Jun. 2021, doi: 10.32493/informatika.v6i2.10135.

- [14] L. Sarifah, S. Kamilah, and S. Khotijah, "Penerapan Metode Single Moving Average Dalam Memprediksi Jumlah Penduduk Miskin Pada Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Pamekasan," *Zeta - Math Journal*, vol. 8, no. 2, pp. 47–54, Jul. 2023, doi: 10.31102/zeta.2023.8.2.47-54.
- [15] Z. ita Bela and D. Bhakti, "Sistem Prediksi Penjualan Obat Menggunakan Metode Single Moving Average (Studi Kasus: Apotek Wilujeng Kecamatan Panceng Kab.Gresik)," *INDEXIA: Informatic and Computational Intelligent Journal*, vol. 4, no. 1, pp. 47–58, May 2022.
- [16] F. Hendajani, I. P. Wardhani, S. Widayati, and Soegijanto, "Data Analisis Permintaan Barang dengan Metode Peramalan," *EKOMABIS: Jurnal Ekonomi Manajemen Bisnis*, vol. 3, no. 02, pp. 169–180, Aug. 2023.
- [17] A. Maulana and F. Herdian, "Penerapan Metode Economic Order Quantity (EOQ) Terhadap Pengendalian Persediaan Bahan Baku Pada Percetakan MD Drafika," *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Ekonomi*, vol. 4, no. 1, pp. 86–98, Apr. 2025, doi: 10.55606/jurrie.v4i1.4397.
- [18] V. Afrilia and Jemakmun, "Analisis Optimalisasi Persediaan Barang Dengan Menggunakan Metode Economic Order Quantity Pada PT. Aneka usaha," *Journal of Computer and Information Systems Ampera*, vol. 1, no. 2, pp. 2775–2496, May 2020.
- [19] M. C. Wening, D. S. Donoriyanto, and N. Rahmawati, "Optimization of Furniture Raw Material Inventory Using the EOQ-Lagrange Multiplier Method," *Indonesian Journal of Computer Science*, vol. 13, no. 2, pp. 2120–2133, Apr. 2024.
- [20] Siswanto, *Operation Research Jilid 2*. Jakarta: Erlangga, 2007.
- [21] N. Apriyani and A. Muhsin, "Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Dengan Metode Economic Order Quantity Dan Kanban Pada PT Adyawinsa Stamping Industries," *Jurnal Optimasi Sistem Produksi*, vol. 10, no. 2, pp. 128–142, Dec. 2017.
- [22] F. Setiawan, "Perancangan Aplikasi Pengendalian Persediaan Barang Dengan Metode Safety Stock Dan Reorder Point (Studi Kasus : PT. Airlangga Jaya Mandiri)," *Jurnal Ilmu Komputer dan Pendidikan*, vol. 2, no. 2, pp. 401–408, 2024.
- [23] F. Midas, N. Susanti, and Y. Fitriano, "Raw Material Inventory Analysis Using The Eoq (Economy Order Quantity) Method In Lebong Coffee Business In Lebong Utara District Analisis Persediaan Bahan Baku Menggunakan Metode Eoq (Economy Order Quantity) Pada Usaha Lebong Coffe Di Kecamatan Lebong Utara," *Journal of Management, Economic, and Accounting*, vol. 4, no. 1, pp. 121–128, Jan. 2025.
- [24] F. R. Siboro and R. H. Nasution, "Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Dengan Menggunakan Metode Economic Order Quantity (EOQ) dan Metode Min-Max," *Jurnal JITEKH*, vol. 8, no. 1, pp. 34–40, 2020.