

Analysis of Paper Raw Material Inventory Control Using the Fuzzy EOQ Method

[Analisa Pengendalian Persediaan Bahan Baku Kertas Menggunakan Metode Fuzzy EOQ]

Riszal Bagus Khusuma¹⁾, Tedjo Sukmono²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi : thedjoss@umsida.ac.id

Abstract *Industrial companies operating in the waste paper processing sector often encounter problems in the raw material control system during the production process. This arises because the raw material scheduling system relies on intuitive estimates rather than using analytical calculations related to the quantity and timing of orders, which causes increased storage costs. This study aims to reduce ordering and storage costs, control the inventory of paper raw materials in meeting production demands. The fuzzy EOQ method is used as an integration of fuzzy logic in the inventory control system to improve the efficiency of raw material management. Based on the calculation results, the EOQ method shows a difference in the total inventory cost of Rp 6,886,690, which reflects a potential savings of around 5%. The order quantity obtained through this method is 3,141 trucks with an ordering frequency of 8 times in one year. In addition, it can be determined that the safety stock is 75 trucks and orders are made again when 318 trucks remain.*

Keywords - Demand, Inventory Control, Fuzzy Economic Order Quantity

Abstrak Perusahaan industri yang beroperasi disektor pengolahan limbah Kertas bekas, pada saat melaksanakan proses produksi sering terjadi kendala pada sistem pengendalian bahan baku. Hal ini muncul karena fakta bahwa sistem penjadwalan bahan baku bergantung pada estimasi intuitif dari pada menggunakan perhitungan analitis yang berkaitan dengan jumlah dan waktu pesanan, yang menyebabkan biaya penyimpanan meningkat. Penelitian ini bertujuan untuk menekan biaya pemesanan dan penyimpanan, mengendalikan persediaan bahan baku Kertas dalam memenuhi permintaan produksi. Metode *fuzzy EOQ* digunakan sebagai integrasi logika *fuzzy* dalam sistem pengendalian persediaan guna meningkatkan efisiensi pengelolaan bahan baku. Berdasarkan hasil perhitungan, metode EOQ menunjukkan adanya perbedaan pada total biaya persediaan yaitu Rp 6.886.690. yang mencerminkan potensi penghematan sekitar 5%. Kuantitas pemesanan yang diperoleh melalui metode ini adalah 3.141 truck dengan frekuensi pemesanan dalam satu tahun sebanyak 8 kali. Selain itu, dapat ditetapkan bahwa persediaan pengaman sebesar 75 truk dan pemesanan dilakukan kembali saat tersisa 318 truck.

Kata Kunci - Permintaan, Pengendalian Persediaan, Fuzzy Economic Order Quantity

I. PENDAHULUAN

Pertumbuhan ekonomi bisnis saat ini melesat dengan cepat di Indonesia, agar mencapai tujuan yang diinginkan, perusahaan industri perlu mengoptimalkan kinerja pada setiap bagiannya. Diantara berbagai fungsi dalam perusahaan, bagian produksi atau operasional memiliki peran yang krusial demi tercapainya tujuann perusahaan. Aktivitas produksi menjadi aspek utama karena berfungsi dalam menyediakan kebutuhan manusia. [1] Dalam perusahaan manufaktur, persediaan sangat berperan dalam memastikan lancarnya proses produksi dan keamanan persediaan hingga pendistribusian produk kepada konsumen. Persediaan perusahaan perlu dikelola secara efektif karena berhubungan langsung dengan kelancaran proses produksi dan pemenuhan kebutuhan pelanggan.[2]

Manajemen persediaan dalam suatu perusahaan sangat penting dalam mengoptimalkan ketersediaan bahan baku dalam proses produksinya, dalam perusahaan pengontrolan persediaan bahan baku, penjadwalan dan perencanaan dalam memenuhi kebutuhan harus dihitung berdasarkan biaya pemesanan, biaya produksi dan jumlah permintaan. Sehingga perencanaan produksi secara menyeluruh dapat memprediksi berapa bahan baku yang dipesan dan dapat menghemat pengeluaran dalam biaya produksi.[3] Sebagai hasilnya, penting untuk menemukan metode yang cocok untuk menangani isu persediaan itu sehingga dapat meningkatkan hasil produksi yang diharapkan.[4]

PT. Mekabox Internasional adalah perusahaan industri yang beroperasi disektor pengolahan limbah kertas bekas, jenis produk yang dihasilkan adalah *medium paper* dan *test liner paper*. Pada saat melaksanakan proses produksi sering terjadi kendala pada sistem pengendalian bahan baku. Hal ini muncul karena fakta bahwa sistem penjadwalan bahan baku bergantung pada estimasi intuitif daripada menggunakan perhitungan analitis yang berkaitan dengan jumlah dan waktu pesanan, yang kemudian menyebabkan peningkatan biaya penyimpanan. Dimana hasil produksi tertinggi mencapai 11.600 ton sedangkan hasil produksi terendah dalam satu bulan sebesar 10.000 ton.

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.

Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

Pemakaian bahan baku selama Bulan Oktober 2022 sampai September 2023 rata-rata sebesar 9.609 ton per bulan. Ketidak optimalan dalam persediaan bahan baku kertas bekas (Avalan) pada banyaknya permintaan produk setiap bulannya mempengaruhi persediaan di gudang produksi, permasalahan yang terjadi adalah adanya kesulitan dalam pengolahan dan pengendalian persediaan bahan baku kertas bekas (Avalan). Sehingga tidak tersedianya *safety stock* yang ada pada gudang bahan baku. Maka, perhitungan yang akurat sangat dibutuhkan dalam penyediaan barang dengan jumlah permintaan produk kertas untuk pengelolaan yang lebih baik dan perhitungan yang lebih sederhana dan rumit agar nantinya tidak menimbulkan biaya dan kerugian yang besar.

Ketidaktepatan dalam pemesanan barang yang dapat mempengaruhi seberapa sering barang dibeli, sehingga keputusan yang tepat sangat diperlukan [5]. Untuk mencapai kuantitas pembelian bahan baku yang paling efisien, diperlukan suatu metode analisis, yaitu metode *Economic Order Quantity (EOQ)*. EOQ adalah pendekatan yang berkaitan dengan pengelolaan dan penyediaan stok bahan baku perusahaan. Melalui pendekatan ini, perusahaan dapat mengetahui kuantitas serta frekuensi pemesanan yang paling efisien [6]. Sehingga bisa menurunkan biaya penyimpanan, EOQ juga memperhitungkan *safety stock*, mengantisipasi terjadinya *stock out* [7].

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi persediaan bahan baku serta mengidentifikasi risiko kekurangan bahan baku, sekaligus memberikan rekomendasi pengelolaan persediaan yang lebih efektif berdasarkan analisis data [8]. Penelitian ini menerapkan logika *Fuzzy Mamdani* sebagai pendekatan untuk mengolah yang memiliki tingkat ketidakpastian yang tinggi, dengan prinsip kerja yang meniru pola penalaran manusia [9]. Penggunaan pendekatan ini memungkinkan pengembangan sistem kendali yang lebih cerdas dan mampu menghasilkan penilaian yang akurat pada situasi dengan ketidakpastian yang tinggi [10]. Himpunan *fuzzy* memberikan hasil yang lebih unggul daripada metode konvensional dalam berbagai aplikasi sistem tertanam [11]. Logika *fuzzy* digunakan karena mampu menangani ketidakpastian dalam penentuan prioritas suatu peristiwa, sehingga mempermudah proses penerapannya [12]. Konsep logika *fuzzy* dianggap mirip dengan konsep berpikir dalam diri manusia karena ia dapat menginterpretasikan pengetahuan dalam bentuk Logika *fuzzy* yang digunakan untuk membantu memecahkan masalah pengendalian stok bahan baku adalah *Fuzzy Economic Order Quantity* [13]. Untuk mengatur proses pengadaan stok barang agar memperoleh nilai optimal dalam penentuan jumlah pemesanan persediaan pada subwilayah, penerapan metode *Fuzzy Mamdani* mampu meningkatkan efektivitas dalam jumlah pemesanan. Penerapan Metode *Fuzzy Mamdani* dapat meningkatkan efektivitas penentuan jumlah pesanan dalam upaya mengelola pengadaan persediaan agar memperoleh jumlah pemesanan yang optimal pada setiap sub wilayah. Hal ini juga berpotensi mempengaruhi harga serta nilai inventaris gudang dalam rentang waktu yang lebih terukur [14].

Fuzzy Economy Order Quantity digunakan untuk membantu dalam penanganan *inventory on demand* agar dapat dikontrol dengan baik dan optimal sehingga dapat menekan biaya yang berlebihan. Digunakan sebagai peran tambahan oleh eksekutif produksi dalam manajemen dan pengendalian *inventory* bahan baku kertas sehingga proses sesuai prosedur dan mendapatkan keuntungan yang lebih meskipun dengan meningkatnya kegiatan produksi [15]. Berfungsi sebagai variabel input dalam suatu proses yang akan menghasilkan output sesuai dengan aturan *IF THEN*. Terdapat empat langkah dalam proses ini, yaitu *fuzzifikasi* pembangunan basis aturan, inferensi *fuzzy*, dan *defuzzifikasi* [16]. Logika *fuzzy* memiliki karakteristik parsial yang memungkinkan keterkaitan antara input dan output secara lebih akurat dengan mempertimbangkan berbagai atribut yang relevan. Dengan pendekatan ini, kebutuhan akan model matematika yang kompleks dapat diminimalkan, sekaligus memberikan kemampuan adaptasi yang tinggi. Penerapan *Fuzzy Economic Order Quantity* bertujuan untuk membantu dalam pengelolaan stok barang dalam menghadapi banyaknya permintaan, sehingga dapat dikelola secara efisien dan optimal untuk meminimalkan biaya tinggi yang mungkin timbul dari penyimpanan dan pemesanan.

II. METODE

A. Tempat Dan Waktu Penelitian

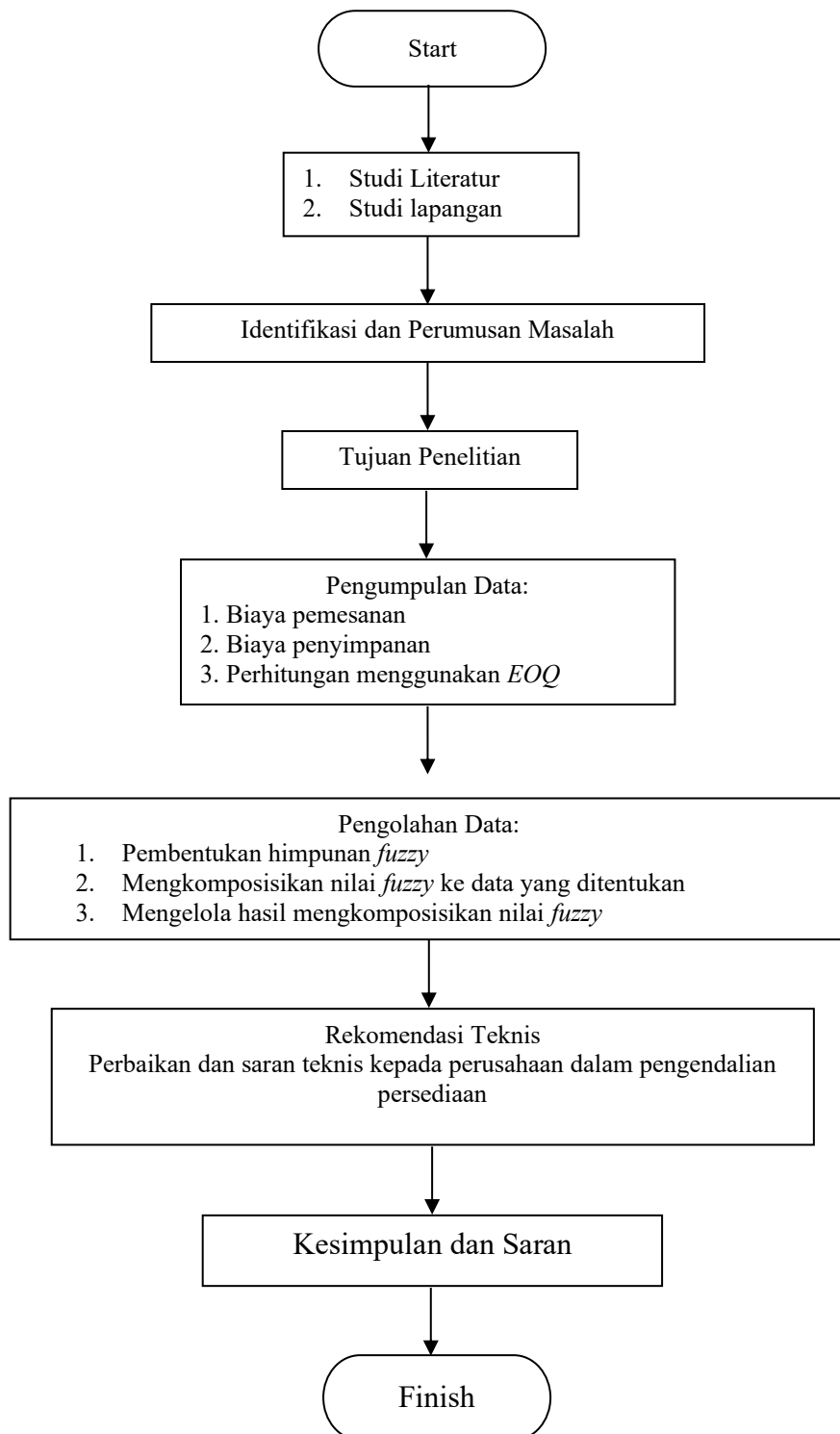
Penelitian ini dilakukan selama enam bulan, yaitu dari Bulan Oktober 2022 – September 2023 di PT. Mekabox International yang terletak di Dusun Sebani, Desa Tanjangan Kecamatan Ngoro Kabupaten Mojokerto, Jawa Timur.

B. Perolehan data

Pendekatan kualitatif dan kuantitatif digunakan dalam pengumpulan data pada penelitian ini. Pendekatan kualitatif diperoleh melalui pengamatan dengan mengumpulkan data atau informasi melalui pengamatan dan pencatatan persediaan dan permintaan bahan baku Kertas di PT. Mekabox International. Wawancara ini melibatkan divisi warehouse untuk menambah informasi mengenai permasalahan yang sering terjadi dalam mengolah data perusahaan berupa biaya pembelian, pemesanan, biaya penyimpanan selama periode Oktober 2022 sampai September 2023. Selanjutnya dilakukan penyelesaian permasalahan menggunakan metode kuantitatif yaitu metode *Fuzzy Economic Order Quantity* dengan menetapkan frekuensi pemesanan, tingkat *safety stock*, serta *reorder point* untuk memenuhi ketersediaan tiap bulan agar tidak terjadi *stock out*.

C. Alur penelitian

Diagram alir ini diselesaikan dengan menggunakan metode *fuzzy EOQ* untuk menyelesaikan kendala pengendalian persediaan terhadap permintaan, dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

1. Economic Order Quantity (EOQ)

Economic Order Quantity (EOQ) adalah metode yang digunakan untuk menentukan kuantitas pemesanan persediaan secara optimal, dengan tujuan meminimalkan total biaya tahunan[17]. Berikut ini adalah rumus untuk menghitung *Economic Order Quantity*:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot S}{H}} \quad (1)$$

Sumber: [18]

Keterangan:

EOQ = Kuantitas pemesanan bahan baku yang optimal

D = Kebutuhan bahan baku pertahun

S = Biaya untuk satu kali pemesanan

H = Biaya penyimpanan setiap tahun

Rumus berikut digunakan untuk menghitung frekuensi pemesanan optimal bahan baku:

$$F = \frac{D}{EOQ} \quad (2)$$

Sumber: [18]

2. *Safety stock*

Safety Stock adalah tindakan keamanan tambahan saat pembelian persediaan yang bertujuan untuk mengelola potensi kekurangan stok yang disebabkan oleh lonjakan konsumsi stok yang tidak terduga atau keterlambatan pengiriman barang yang dipesan. [19]

$$Safety Stock = Z \times SD \quad (3)$$

Sumber: [19]

Keterangan:

Z = Nilai *Z score* atau nilai standar

SD = Standar deviasi

Standar deviasi harus dihitung terlebih dahulu jika ingin menentukan persediaan pengaman (*safety stock*).

Berikut ini adalah rumus untuk menghitung standar deviasi:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (4)$$

Sumber: [19]

Keterangan:

X_i = Kuantitas penggunaan bahan baku aktual setiap periode

$\bar{x}$ = Kuantitas rata-rata

n = Kuantitas data

3. *Reorder Point*

Reorder point merupakan proses pesanan kembali dengan memperhatikan jumlah persediaan stok dan memperhatikan waktu barang datang tepat waktu yang dibutuhkan. Dalam kegiatan ini perlu dilakukan secara teratur untuk mencegah kehabisan stok, agar proses produksi terus berjalan lancar. [20]

$$Safety Stock = z \times \alpha \quad (5)$$

Keterangan:

z = standar deviasi

α = standart deviasi dari tingkat keperluan

$$ROP = (d \cdot L) + safety stock \quad (6)$$

Keterangan :

ROP = Pemesanan kembali

d = Penggunaan bahan baku harian

L = Waktu Tenggang

4. *Logika Fuzzy*

Logika *fuzzy* adalah suatu himpunan dimana setiap elemennya memiliki tingkat keanggotaan atau kecocokan konseptual yang merupakan syarat keanggotaan dalam himpunan tersebut. Logika *fuzzy* berfungsi untuk memetakan permasalahan dari input menuju output yang diinginkan [21] Logika fuzzy adalah mempelajari konsep ketidakpastian dan mampu melakukan pemetaan secara akurat dari ruang input ke ruang output. Metode *Fuzzy System* dapat digunakan untuk prediksi [22].

Dalam menentukan *output*, metode mamdani menjadi pilihan utama dalam logika *fuzzy* karena mampu memproses data tidak pasti dan memberikan keputusan yang lebih tepat dengan skala 0 hingga 1.

5. Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan merupakan kurva yang menggambarkan bagaimana cara suatu nilai *input* dipetakan kedalam derajat keanggotaan dengan rentang antara 0 hingga 1 dengan menggunakan pendekatan fungsi tertentu[23].

- a. Representasi *Linier Naik*, menggambarkan suatu himpunan *fuzzy* dimana nilai pada domain memiliki derajat keanggotaannya dimulai dari nol (0) dan meningkat ke arah yang lebih besar menuju ke kanan secara bertahap.

Fungsi keanggotaannya dinyatakan dalam bentuk

$$\mu[X] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \quad (7)$$

Keterangan :

a = nilai minimum dari variabel

b = nilai maksimum dari variabel

x = nilai dari variabel

- b. Representasi *Linier Turun* merupakan himpunan dengan nilai domainnya yang berawal dari sisi kiri, dimana derajat keanggotaannya berawal tinggi kemudian menurun ke nilai yang lebih rendah.

Fungsi Keanggotaannya adalah

$$\mu[X] = \begin{cases} (b-x)/(b-a); & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \quad (8)$$

Keterangan :

a = nilai minimum dari variabel

b = nilai maksimum dari variabel

x = nilai dari variabel

- c. Representasi Kurva Segitiga (*Tringular Membership Function*), adalah kombinasi dari kedua representasi sebelumnya, yang membentuk kurva hasil penggabungan dua garis linier.

Fungsi keanggotaannya:

$$\text{Segitiga } (x;a,b,c) = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ \frac{(c-x)}{(c-b)}; & b \leq x \leq c \\ 0; & c \geq x \end{cases} \quad (9)$$

Keterangan :

a = nilai minimum dari variabel

b = nilai maksimum dari variabel

x = nilai dari variabel

6. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah proses memperoleh nilai numerik dari himpunan *fuzzy* yang dihasilkan melalui penggabungan aturan-aturan *fuzzy*. Nilai numerik ini diambil dari ranah himpunan *fuzzy* yang telah ditentukan sebelumnya. Metode *defuzzifikasi* yang diadopsi dikenal sebagai Metode Centroid (Momen Komposit), di mana solusi yang tepat ditentukan dengan mengidentifikasi titik tengah (z^*) dari wilayah *fuzzy*. [24]

Defuzzifikasi yang digunakan dalam teknik Mamdani khusus ini mengharuskan penerapan pendekatan Centroid (Composite Moment). Teknik Centroid ini, di sisi lain, dicapai dengan memilih titik pusat dari daerah *fuzzy* yang dihasilkan. Sebagai aturan umum, metode Centroid dapat dinyatakan secara matematis dalam bentuk persamaan.

$$Z_0 = \frac{\int_a^b z \cdot \mu_{(z)} dz}{\mu_{(z)} dz} \quad (10)$$

Keterangan:

Z_0 = Hasil *Defuzzifikasi*

$\mu_{(z)}$ = Derajat Keanggotaan Titik

Z = Nilai domain ke-i

Tahapan penyelesaian masalah pengendalian persediaan berdasarkan permintaan dengan menerapkan metode *fuzzy Economic Order Quantity* adalah sebagai berikut:

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 menyajikan data pembelian dan pemakaian bahan OCC dari Oktober 2022 – September 2023, dengan frekuensi pembelian yang dilakukan setiap satu bulan sekali.

Tabel 1. Data Pembelian dan Pemakaian Kertas

Bulan	Pembelian		Produksi	
	Ton	Truck/5000kg	Ton	Truck/5000kg
Oktober (2022)	10.772	2.150	9.996	2.000
November (2022)	9.830	1.970	9.932	1.990
Desember (2022)	11.063	2.200	10.198	2.040
Januari (2023)	10.910	2.180	10.290	2.060
Februari (2023)	10.278	2.100	9.609	1.920
Maret (2023)	11.987	2.400	11.600	2.320
April (2023)	9.856	1.980	11.073	2.200
Mei (2023)	12.318	2.470	10.136	2.030
Juni (2023)	10.887	2.180	10.462	2.090
Juli (2023)	10.554	2.100	10.356	2.070
Agustus (2023)	10.813	2.160	10.958	2.190
September (2023)	9.463	1.890	10.907	2.180
Jumlah	128.731	25.780	125.517	25.090

Tabel 1 memperlihatkan bahwa perusahaan melakukan pembelian bahan baku kertas sebanyak 128.731 Ton atau setara dengan 25.780 truck. Dari jumlah tersebut, bahan baku kertas yang digunakan sepanjang tahun 2022-2023 mencapai 125.517 Ton atau 25.090 truck. Variasi dalam jumlah Pembelian dan pemakaian bahan baku kertas terjadi disebabkan permintaan yang tidak menentu dan cenderung meningkat pada bulan tertentu.

A. Biaya-biaya Persediaan

Biaya yang terkait dengan persediaan dibagi menjadi tiga kategori utama, yaitu biaya pembelian, biaya pemesanan dan biaya penyimpanan. Penjelasan dari masing-masing jenis biaya tersebut adalah sebagai berikut:

a. Biaya pemesanan

Biaya pemesanan bahan OCC selama periode Oktober 2022 – September 2023, sebesar Rp. 7.200.000 untuk biaya komunikasi, materai dan lain-lain, sebesar Rp.102.000.000 untuk biaya transportasi, sebesar Rp6.000.000 untuk biaya bongkar muat. Total biaya pemesanan bahan baku kertas secara keseluruhan, yaitu sebesar Rp 115.200.000.

b. Biaya penyimpanan

Biaya penyimpanan bahan OCC selama periode Oktober 2022 – September 2023, sebesar Rp 9.000.000 untuk biaya perawatan, sebesar Rp 9.600.000 untuk biaya listrik dan air, sebesar Rp5.760.000 untuk biaya pajak. Total biaya penyimpanan kertas secara keseluruhan, yaitu sebesar Rp 24.360.000.

Berdasarkan perhitungan total biaya penyimpanan bahan baku kertas selama periode Oktober 2022 – September 2023, biaya penyimpanan per truck dalam satu tahun dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Biaya Penyimpanan Per Truck Dalam Satu Tahun

Bahan Baku	Total Biaya Penyimpanan	Persentase Penyimpanan	Biaya Penyimpanan		
			Bahan Baku	Per Tahun	Per Bulan
Kertas	Rp 24.360.000	10%	Rp 2.436.000	Rp 48.720	Rp 4.060

B. Berdasarkan Kebijakan Perusahaan, Perhitungan Total Biaya Persediaan OCC dapat dilihat pada Tabel 3:

Tabel 3. Perhitungan Total Biaya Persediaan OCC Menurut Kebijakan Perusahaan.

Bulan	Produksi (Truck)	Pembelian (Truck)	Simpan (Truck)	Biaya Pemesanan	Biaya Penyimpanan	Total Biaya Persediaan
Oktober (2022)	2.000	2.150	150	Rp9.600.000	Rp609.000	Rp10.209.000
November (2022)	1.990	1.970	130	Rp9.600.000	Rp527.800	Rp20.336.800
Desember (2022)	2.040	2.200	290	Rp9.600.000	Rp1.177.400	Rp31.114.200
Januari (2023)	2.060	2.180	410	Rp9.600.000	Rp1.664.600	Rp42.378.800

Februari (2023)	1.920	2.100	590	Rp9.600.000	Rp2.395.400	Rp54.374.200
Maret (2023)	2.320	2.400	670	Rp9.600.000	Rp2.720.200	Rp66.694.400
April (2023)	2.200	1.980	450	Rp9.600.000	Rp1.827.000	Rp78.121.400
Mei (2023)	2.030	2.470	890	Rp9.600.000	Rp3.613.400	Rp91.334.800
Juni (2023)	2.090	2.180	980	Rp9.600.000	Rp3.978.800	Rp104.913.600
Juli (2023)	2.070	2.100	1010	Rp9.600.000	Rp4.100.600	Rp118.614.200
Agustus (2023)	2.190	2.160	980	Rp9.600.000	Rp3.978.800	Rp132.193.000
September (2023)	2.180	1.890	690	Rp9.600.000	Rp2.801.400	Rp144.594.400
Total	25.090	25.780		Rp115.200.000	Rp29.394.400	

Pada Tabel 3, didapatkan hasil perhitungan total biaya persediaan OCC menurut kebijakan perusahaan yaitu sebesar Rp 144.594.400

C. Perhitungan Metode *Economic Order Quantity* (EOQ)

Dengan menerapkan pendekatan *Economic Order Quantity* (EOQ), dapat ditentukan perhitungan kuantitas pemesanan bahan baku sebagai berikut:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times 25.090 \times 9.600.000}{48.720}}$$

$$EOQ = 3144,5 \text{ atau } 3145 \text{ truck}$$

Hasil perhitungan kuantitas pemesanan bahan baku dengan pendekatan EOQ untuk setiap satu kali pemesanan adalah sebesar 3145 truck atau setara dengan 15.725 ton. maka selanjutnya perhitungan frekuensi pemesanan yang optimal.

$$F = \frac{25.090}{3145}$$

$$F = 7,98 \text{ atau } 8 \text{ Kali Pemesanan}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa frekuensi pemesanan yang paling optimal dalam satu tahun adalah sebanyak 8 kali pemesanan, sedangkan perhitungan menggunakan kebijakan perusahaan sebanyak 12 kali pemesanan. Perusahaan dapat mengurangi biaya pemesanan dengan menerapkan metode *EOQ*. Perhitungan total biaya persediaan bahan baku kertas menggunakan Metode EOQ dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan Total Biaya Persediaan OCC Menggunakan Metode EOQ

Bulan	Produksi (Truck)	EOQ	Simpan (Truck)	Biaya Pemesanan	Biaya Penyimpanan	Total Biaya Persediaan
Oktober (2022)	2.000	3145	1145	Rp9.600.000	Rp4.648.700	Rp14.248.700
November (2022)	1.990	3145	2300	Rp9.600.000	Rp9.338.000	Rp33.186.700
Desember (2022)	2.040		260		Rp1.055.600	Rp34.242.300
Januari (2023)	2.060	3145	1345	Rp9.600.000	Rp5.460.700	Rp49.303.000
Februari (2023)	1.920	3145	2570	Rp9.600.000	Rp10.434.200	Rp69.337.200
Maret (2023)	2.320		250		Rp1.015.000	Rp70.352.200
April (2023)	2.200	3145	1195	Rp9.600.000	Rp4.851.700	Rp84.803.900
Mei (2023)	2.030	3145	2310	Rp9.600.000	Rp9.378.600	Rp103.782.500
Juni (2023)	2.090		220		Rp893.200	Rp104.675.700
Juli (2023)	2.070	3145	1295	Rp9.600.000	Rp5.257.700	Rp119.533.400
Agustus (2023)	2.190	3145	2250	Rp9.600.000	Rp9.135.000	Rp138.268.400
September (2023)	2.180	3145	70		Rp284.200	Rp138.552.600

Tabel 4 menunjukkan bahwa penerapan metode EOQ merupakan pendekatan paling efektif dalam menekan biaya persediaan. Dengan jumlah pemesanan sebanyak 3.141 truck per pemesanan dan frekuensi 8 kali dalam setahun, perusahaan dapat memperoleh penghematan yang signifikan dibandingkan dengan kebijakan sebelumnya. Berdasarkan perhitungan menggunakan Metode *Economic Order Quantity* (EOQ), biaya pemesanan mencapai sebesar Rp 76.800.000, biaya penyimpanan sebesar Rp 60.968.043, dan total biaya persediaan sebesar Rp 45.761.800.

Perbandingan antara biaya aktual perusahaan dan biaya yang diperoleh melalui perhitungan menggunakan metode *Economic Order Quantity* (EOQ), dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan Biaya Persediaan antara kebijakan perusahaan dan Metode EOQ

	Kebijakan Perusahaan	Metode <i>Economic Order Quantity</i>
Biaya Pemesanan	Rp115.200.000	Biaya Pemesanan
Biaya Penyimpanan	Rp29.394.400	Biaya Penyimpanan
Total Biaya Persediaan	Rp144.594.400	Total Biaya Persediaan

Berdasarkan tabel 5, penggunaan metode Economic Order Quantity (EOQ) terbukti dapat menghasilkan penghematan biaya persediaan bahan baku kertas yang signifikan, dengan selisih sebesar Rp 6.041.800 atau sekitar 4%.

D. *Safety Stock*

Tingkat penggunaan bahan baku kertas setiap bulannya mempengaruhi jumlah persediaan pengaman. Sebelum menghitung nilai *safety stock*, langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan standar deviasi, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$SD = \frac{\sqrt{25.090}}{12}$$

$$SD = 45,72$$

Setelah standar deviasi diperoleh, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan *safety stock* sebagai berikut:

$$SS = 1,64 \times 45,72$$

$$SS = 75$$

E. *Reorder Point* (Pemesanan Kembali)

Diketahui bahwa penggunaan perhari 81Truck dan waktu pengiriman pesanan membutuhkan waktu 3 hari, maka waktu pemesanan kembali adalah :

$$ROP = (81 \times 3) + 75 \text{ Truck}$$

$$ROP = 243 + 75 = 318 \text{ Truck}$$

Untuk titik pemesanan kembali perusahaan yaitu 318 Truck jadi perusahaan harus kembali memesan apabila persediaan tinggal 318 Truck

Studi lapangan menghasilkan data historis terkait jumlah produksi, pembelian dan peramalan persediaan kertas mulai perencanaan periode Oktober 2022 hingga September 2023 yang ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Data Jumlah Produksi, Pembelian dan Persediaan perusahaan dalam 1 tahun terakhir.

Bulan	Produksi (Ton)	Pembelian (Ton)	Persediaan (Ton)
Oktober (2022)	9.996	10.772	12.318
November (2022)	9.932	9.830	10.670
Desember (2022)	10.198	11.063	10.695
Januari (2023)	10.290	10.910	11.683
Februari (2023)	9.609	10.278	11.579
Maret (2023)	11.600	11.987	10.665
April (2023)	11.073	9.856	10.770
Mei (2023)	10.136	12.318	12.038
Juni (2023)	10.462	10.887	12.743
Juli (2023)	10.356	10.554	11.085
Agustus (2023)	10.958	10.813	10.409
September (2023)	10.907	9.463	9.369

Tahapan Analisis Perhitungan Menggunakan Metode Fuzzy

A. **Pembentukan Himpunan Fuzzy (Fuzzyfikasi)**

Langkah pertama dalam pembentukan himpunan *fuzzy* adalah menentukan variabel dan semesta pembicaraan terdiri dari dua variabel *input*, yaitu variabel produksi dan pembelian, serta satu variabel *output* yaitu persediaan. Setelah itu, dilakukan penentuan nilai linguistik, yaitu nilai atau kondisi yang merepresentasikan keadaan tertentu dalam suatu himpunan *fuzzy*. Pada tahapan ini, variabel produksi memiliki nilai linguistik turun dan naik, variabel pembelian memiliki nilai sedikit dan banyak, sedangkan variabel persediaan memiliki nilai berkurang dan bertambah.

Perhitungan Nilai Domain :

1. Variabel Produksi

$$\text{Produksi Turun} = \frac{\text{nilai maksimum} + \text{nilai minimum}}{2}$$

$$\text{Produksi Turun} = \frac{11.600 + 9.609}{2} = 10.605$$

2. Variabel Pembelian

$$\text{Pembelian Sedikit} = \frac{\text{nilai maksimum} + \text{nilai minimum}}{2}$$

$$\text{pembelian Sedikit} = \frac{12.318 + 9.463}{2} = 10.891$$

3. Variabel Persediaan

$$\text{Persediaan Berkurang} = \frac{\text{nilai maksimum} + \text{nilai minimum}}{2}$$

$$\text{Persediaan Turun} = \frac{12.743 + 9.369}{2} = 11.056$$

Tabel 7. Penentuan Himpunan *Fuzzy* Dan Nilai Domain

Fungsi	Nama Variabel	Range	Domain	Nama Himpunan Fuzzy
Input	Produksi	[9609 - 11600]	9609 - 10605	TURUN
			10605 - 11600	NAIK
	Pembelian	[9463 - 12318]	9463 - 10891	SEDIKIT
			10891 - 12318	BANYAK
Output	Peramalan Persediaan perusahaan	[9369-12743]	9369 - 11056	BERKURANG
			11056 - 12743	BERTAMBAH

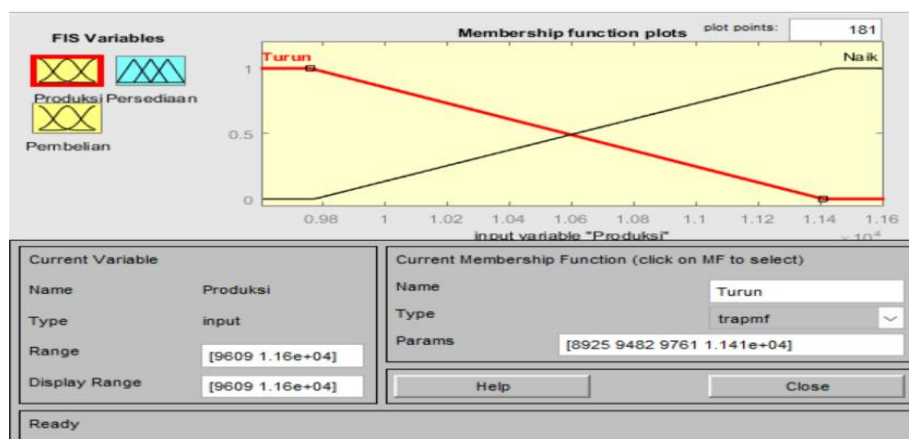
Menentukan variabel-variabel yang terlibat dalam proses *fuzzyfikasi* dilakukan dengan menerapkan fungsi derajat keanggotaan menggunakan pendekatan representasi *linier* sebagai berikut:

a. Fuzzifikasi Variabel Produksi

Berdasarkan data produksi (x), nilai maksimum yaitu 12.318 kg dan nilai minimum yaitu 9.463 kg, maka fungsi keanggotaan untuk variabel produksi dirumuskan sebagai berikut:

$$\mu_{TURUN}(x) = \begin{cases} \frac{11.600 - x}{11.600 - 9.609} & 9.609 \leq x \leq 11.600 \\ 0; & x \geq 11.600 \end{cases}$$

$$\mu_{NAIK}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 9.609 \\ \frac{x - 9.609}{11.600 - 9.609} & 9.609 \leq x \leq 11.600 \\ 1; & x \geq 11.600 \end{cases}$$



Gambar 1. Kurva Variabel Produksi

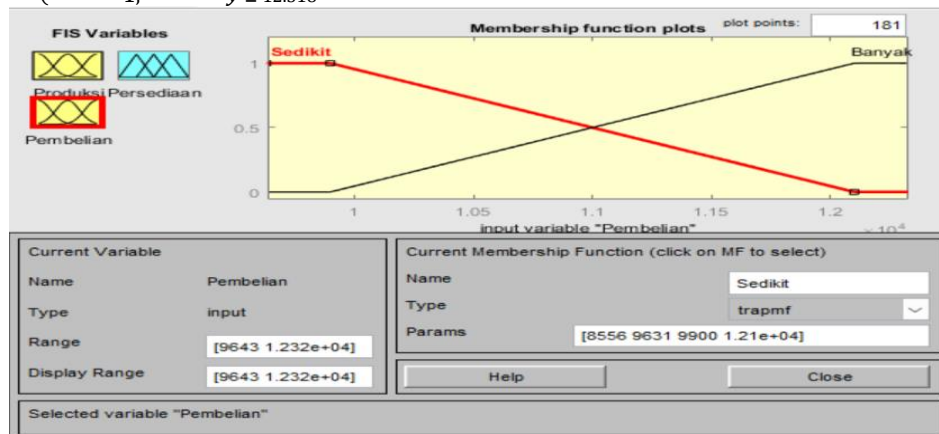
Gambar 1 menjelaskan bahwa pada garis merah menunjukan variabel produksi menurun dari *Range* 9.609 – 11.600 dan didapatkan hasil nilai turun bertitik tumpuh pada nilai 9.609 - 10.605 dan pada garis hitam menjelaskan kurva naik bertitik tumpuh pada 10.604 - 11.600. Sehingga dapat diketahui nilai produksi turun apabila x kurang dari 10.605 dan produksi naik apabila x lebih dari 10.605.

b. Fuzzifikasi Variabel Pembelian

Berdasarkan data permintaan (y), nilai maksimum yaitu 11.600 kg dan nilai minimum yaitu 9.609 kg, maka fungsi keanggotaan variabel produksi dirumuskan sebagai berikut:

$$\mu_{SEDIKIT}(y) = \begin{cases} \frac{12.318 - y}{12.318 - 9.463} & 9.463 \leq y \leq 12.318 \\ 0; & y \geq 12.318 \end{cases}$$

$$\mu_{BANYAK}(y) = \begin{cases} 0 & y \leq 9.463 \\ \frac{y - 9.463}{12.318 - 9.463} & 9.463 \leq y \leq 12.318 \\ 1 & y \geq 12.318 \end{cases}$$



Gambar 2. Kurva Variabel Pembelian

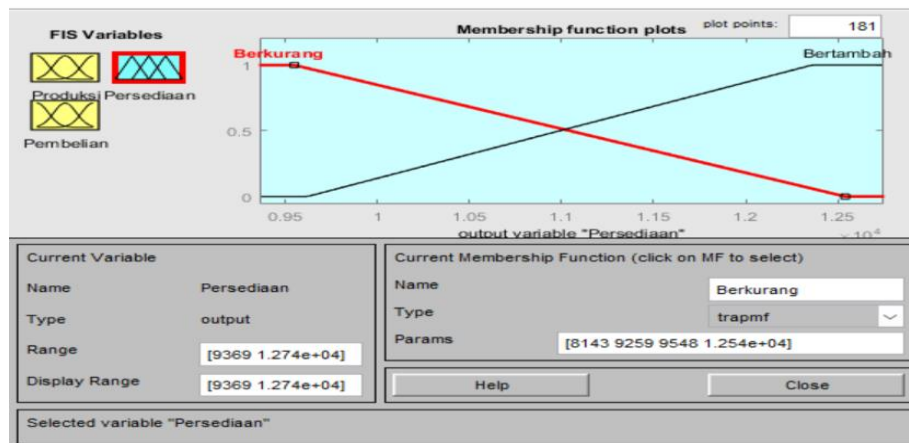
Gambar 2 menjelaskan bahwa pada garis merah menunjukan variabel pembelian banyak dari Range 9.463 – 12.318 dan didapatkan hasil nilai banyak bertitik tumpuh pada nilai 9.463 – 10.891 dan pada garis hitam menjelaskan kurva sedikit bertitik tumpuh pada 10.891 – 12.318. Sehingga dapat diketahui nilai pembelian turun apabila y kurang dari 10.891 dan pembelian naik apabila x lebih dari 10.891.

c. Fuzzifikasi Variabel Persediaan

Berdasarkan data persediaan (z), nilai maksimum yaitu 12.743 Ton dan nilai minimum yaitu 9.369 Ton, maka fungsi keanggotaan variabel persediaan dirumuskan sebagai berikut

$$\mu_{BERKURANG}(z) = \begin{cases} \frac{12.743 - z}{12.743 - 9.369} & 9.369 \leq z \leq 12.743 \\ 0 & z \geq 12.743 \end{cases}$$

$$\mu_{BERTAMBAH}(z) = \begin{cases} \frac{z - 9.369}{12.743 - 9.369} & 9.369 \leq z \leq 12.743 \\ 1 & z \geq 12.743 \end{cases}$$



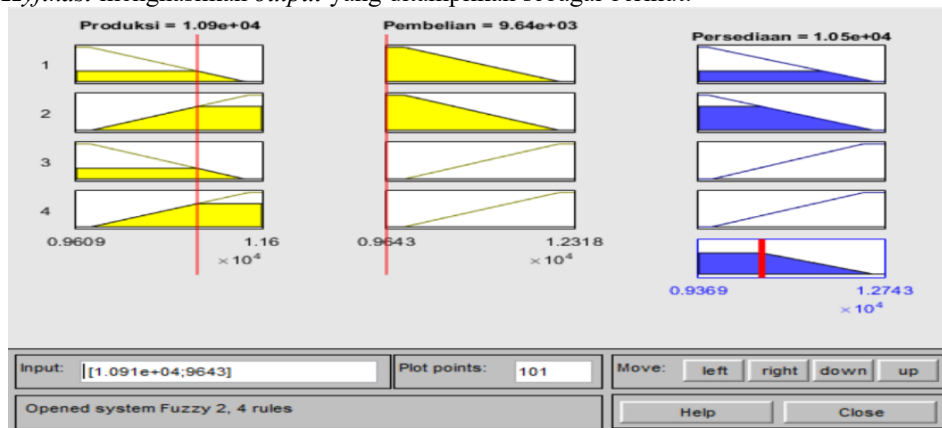
Gambar 3. Kurva Variabel persediaan

Gambar 3 menjelaskan bahwa pada garis merah menunjukan variabel persediaan berkurang dari Range 9369 – 12743 dan didapatkan hasil nilai berkurang bertitik tumpuh pada nilai 9369-11056 dan pada garis hitam menjelaskan kurva bertambah bertitik tumpuh pada 11056-12743. Sehingga dapat diketahui nilai persediaan berkurang apabila x kurang dari 10854 dan produksi naik apabila x lebih dari 10854

d. Menentukan aturan (*rule*) IF ... THEN. Terdapat 4 statement rule yang digunakan sebagai berikut:

1. If (Produksi is Turun) and (Pembelian is Sedikit) then (Persediaan is Berkurang)
2. If (Produksi is Turun) and (Pembelian is Banyak) then (Persediaan is Bertambah)
3. If (Produksi is Naik) and (Pembelian is Banyak) then (Persediaan is Bertambah)
4. If (Produksi is Naik) and (Pembelian is Sedikit) then (Persediaan is Berkurang)

e. Proses defuzzyfikasi menghasilkan output yang ditampilkan sebagai berikut:



Gambar 4. Kurva Rule Defuzzykasi

Gambar diatas merupakan tampilan output dari 4 statement rule viewer yang telah dimasukkan. Nilai input ditunjukkan dengan grafik berwarna kuning, sedangkan nilai output ditunjukkan dengan grafik berwarna biru. Perubahan posisi garis merah pada variabel input Permintaan dan Pemesanan, baik digeser ke kiri maupun ke kanan, akan memengaruhi nilai output yang dihasilkan. Dengan nilai input produksi 10.907 Ton dan pembelian 9.463 Ton menghasilkan persediaan menggunakan *fuzzy* sebesar 10.514 Ton.

Tabel 8. Perbandingan Persediaan Antara Kebijakan Perusahaan Dengan Metode *Fuzzy*

Bulan	Produksi (Ton)	Pembelian(Ton)	Persediaan Perusahaan	Persediaan Menggunakan Fuzzy
Oktober (2022)	9.996	10.772	12.318	10.912
November (2022)	9.932	9.830	10.670	10.401
Desember (2022)	10.198	11.063	10.695	11.090
Januari (2023)	10.290	10.910	11.683	11.012
Februari (2023)	9.609	10.278	11.579	10.615
Maret (2023)	11.600	11.987	10.665	11.723
April (2023)	11.073	9.856	10.770	10.532
Mei (2023)	10.136	12.318	12.038	11.656
Juni (2023)	10.462	10.887	12.743	11.070
Juli (2023)	10.356	10.554	11.085	10.821
Agustus (2023)	10.958	10.813	10.409	10.919
September (2023)	10.907	9.463	9.369	10.514
Jumlah	125.517	128.731	134.024	131.265

Dibandingkan hasil persediaan perusahaan tertinggi sebesar 12.743 Ton, Peramalan menggunakan metode fuzzy melalui MATLAB menunjukkan nilai tertinggi sebesar 11.723 ton. Hasil ini mengindikasikan bahwa rata-rata persediaan perusahaan berdasarkan perhitungan fuzzy adalah sekitar 10.938 ton.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa terhadap upaya perbaikan persediaan bahan baku Kertas di PT. Mekabox International, diperoleh penghematan biaya persediaan yang signifikan. Penerapan metode *EOQ* menghasilkan jumlah pemesanan bahan baku yang lebih efisien, yaitu sebanyak 3.141 Truck per pemesanan dengan frekuensi 8 kali pemesanan dalam setahun, sedangkan frekuensi pembelian sesuai kebijakan perusahaan adalah 12 kali pemesanan dalam setahun. Sehingga, penerapan metode Economic Order Quantity mengakibatkan biaya penyimpanan dan biaya pemesanan bahan baku kertas lebih kecil. Penurunan biaya pemesanan juga berdampak terhadap total biaya persediaan. Sesuai perhitungan, diperoleh kuantitas *safety stock* sebesar 75 truck, sedangkan *reorder point* ditetapkan saat stok bahan baku tersisa 318 truck. Selain itu, perhitungan menggunakan metode fuzzy digunakan untuk menentukan jumlah yang dibutuhkan agar produksi berjalan efisien.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam penyelesaian penelitian ini. Terima kasih juga kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dan PT. Mekabox International yang telah menjadi objek dalam penelitian ini.

REFERENSI

- [1] Darusalam, Deden, and Sugiyono Sugiyono. "Penerapan metode EOQ dalam pengendalian persediaan barang pada PT. Cakraindo Mitra Internasional." *Jurnal Manajemen Informatika Jayakarta* 1, no. 4 (2021): 309-319.
- [2] Suharti, Sri. "Kajian Perencanaan Persediaan Yang Optimal Dengan Metode EOQ Pada PT. XYZ." (2018).
- [3] H. Bashori, "Persediaan Bahan Baku Kertas Dengan Metode Economic Order Quantity (Eoq) Pada Pr Lohjinawi Pasuruan," *J. Mech. Manuf. Technol. ...*, vol. 2, no. 1, pp. 16–26, 2021,
- [4] I. Dwi Antoni and Y. Findawati, "Implementasi Logika Fuzzy Untuk Menentukan Jumlah Produksi Roti Menggunakan Metode Tsukamoto," *Smatika J.*, vol. 14, no. 01, pp. 61–70, 2024,
- [5] D. P. Dak Cesar, C. Indri Parwati, and J. Susetyo, "Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Guna Meminimalkan Biaya Penyimpanan Menggunakan Economic Order Quantity (EOQ) dan Periode Order Quantity (POQ) pada UMKM Pigope," *Pros. Semin. Nas. Apl. Sains Teknol.*, pp. 49–58, 2022.
- [6] Diyan Kadarini, "Analisis Penerapan Persediaan Bahan Baku dengan Metode Economic Order Quantity pada PT Abdi Jaya Trikora Banjarbaru," vol. 14, no. 3, pp. 226–235, 2018.
- [7] R. R. Enru, H. Moektiwibowo, and E. Meladiyani, "Analisis Pengendalian Persediaan Ayam Broiler Hidup Dengan Pendekatan Metode Economic Order Quantity (EOQ)," *J. Univ. Dirgant. Marsekal Suryadarma*, pp. 21–38, 2020.
- [8] Fauzan Ahmad, N. Syauqi B N, D. Kurniawan, and T. A. Pamungkas, "Analisis Pemilihan Supplier Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) pada Industri Ritel Sepatu," *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 4, no. 1, pp. 45–51, 2025,
- [9] R. K. Pratama, A. A. Karim, and C. D. P. Hertadi, "Perencanaan Stok Pengaman dan Titik Pemesanan Ulang dengan Metode Time Series pada Perusahaan Furniture Di Kalimantan," *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 2, no. 3, pp. 200–211, 2023,
- [10] Wahyu Syaputra, N. Fakhri G, S. R. Ardian, and A. J. Nugroho, "Integrasi Metode FMEA Dan FTA Dalam Analisis Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Di Bengkel Bubut," *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 3, no. 1, pp. 47–56, 2024
- [11] E. Bottani, M. Di Nardo, L. Monferdini, and T. Murino, "Mapping LARGS criteria and relationships for supplier selection using a fuzzy hybrid approach," *Comput. Ind. Eng.*, vol. 206, no. May, 2025,
- [12] S. Sarbaini, D. Yanti, and Nazaruddin, "Prediksi Harga Beras Belida Di Kota Pekanbaru Menggunakan Fuzzy Time Series Cheng," *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 2, no. 3, pp. 234–241, 2023,
- [13] D. Gustian and N. Radyana Gayatri, "Penentuan Tingkat Produksi Barang Dengan Fuzzy Mamdani," *J. Rekayasa Teknol. Nusa Putra*, vol. 6, no. 2, pp. 1–9, 2021,
- [14] Tahu Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto . *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan V*. Hal. 425-432.
- [15] A. Setiawan, B. Yanto, and K. Yasdomi, *Logika Fuzzy Dengan Matlab (Contoh Kasus Penelitian Penyakit Bayi dengan Fuzzy Tsukamoto)*, no. July. 2018.
- [16] Purnomo, D.E.H., Sunardiansyah, Y.A., dan Fariza, A.N. (2020). Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto Dalam Membantu Perencanaan Persediaan Bahan Baku Kayu Pada Industri Furnitur. *Jurnal Industri Xplore*. Vol. 5, No. 2, Hal. 59-68.
- [17] M. Zakaria, S. Meutia, and A. Melinda Pane, "Perencanaan Produksi Dan Pengendalian Persediaan Bahan Baku Di Pt. Jakarana Tama Medan," *Ind. Eng. J.*, vol. 9, no. 2, 2020,
- [18] T. Handra and S. Rangan, "Analisis perbandingan total biaya persediaan antara kebijakan perusahaan dengan metode economic order quantity (eoq) pada PT. LCG," *J. Bina Manaj.*, vol. 6, no. 1, pp. 77–101, 2017.
- [19] A. Lestari, A. Sucipto, A. Thyo Priandika, A. Apririansyah, and Y. Suwarno, "Implementasi Safety Stok Pada Sistem Pengelolaan Stok Pada Toko Si Oemar Bakery Berbasis Web," *Telefortech*, vol. 3, no. 1, pp. 5–11, 2022.
- [20] A. H. Jan and F. Tumewu, "Analisis Economic Order Quantity (Eoq) Pengendalian Persediaan Bahan Baku Kopi Pada Pt. Fortuna Inti Alam," *J. EMBA J. Ris. Ekon. Manajemen, Bisnis dan Akunt.*, vol. 7, no. 1, 2019, doi: 10.35794/emba.v7i1.22263.
- [21] I. H. Kurniani and A. E. Nurhidayat, "Analisis Sistem Pergudangan dengan Meode Fuzzy Tsukamoto dan Fuzzy C-Mean Studi Kasus PT. Kemindo Parama Mandiri," *J. Optimasi Tek. Ind.*, vol. 4, no. 1, p. 18, 2022, doi: 10.30998/joti.v4i1.11957.
- [22] S. L. M. Sitio, "Penerapan Fuzzy Inference System Sugeno untuk Menentukan Jumlah Pembelian Obat (Studi

- Kasus: Garuda Sentra Medika),” J. Inform. Univ. Pamulang, vol. 3, no. 2, p. 104, 2018, doi: 10.32493/informatika.v3i2.1522.
- [23] A. Setiawan, B. Yanto, and K. Yasdomi, Logika Fuzzy Dengan Matlab (Contoh Kasus Penelitian Penyakit Bayi dengan Fuzzy Tsukamoto), no. July. 2018.
- [24] J. Prayudha, A. Pranata, and A. Al Hafiz, “Implementasi Metode Fuzzy Logic Untuk Sistem Pengukuran Kualitas Udara Di Kota Medan Berbasis Internet of Things (Iot),” Jurteksi, vol. 4, no. 2, pp. 141–148, 2018, doi: 10.33330/jurteksi.v4i2.57.
- [25] M. Ferdyan Sutanto dan T. Sukmono, “Analysis of Cigarette Raw Material Inventory Control Using the Fuzzy EOQ Method [Analisa Pengendalian Persediaan Bahan Baku Rokok Menggunakan Metode Fuzzy EOQ].

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.