

Fuzzy Approach for Identifying Inventory cost: Case Study of Liquor Warehouse

Valentina Febri Krisnawati^{1*}, Annisa Cipta Nabila², Rifqi Fauzi³, Ahmad Pratama Rifa'i⁴

¹ Magister Teknik Industri / Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

✉ valentinafebrikrisnawati@mail.ugm.ac.id

Abstrak

Sistem penyimpanan yang optimal dalam suatu industri dapat menjadi solusi terhadap dinamika permintaan. Hal tersebut secara tidak langsung dapat memengaruhi fluktuasi biaya penyimpanan. Penentuan biaya penyimpanan yang tidak spesifik berpotensi menyebabkan ketidaktepatan dalam menentukan biaya operasional. Sehingga perlu mempertimbangkan aspek-aspek yang lebih detail seperti aspek harga, *volume* produk, dan jumlah permintaan. Salah satu metode yang dapat memprediksi biaya penyimpanan adalah menggunakan pendekatan *fuzzy inference system*. Terdapat 36 jenis produk minuman pada gudang *liquor* yang digunakan sebagai objek penentuan biaya penyimpanan untuk memenuhi permintaan wisatawan asing. Secara keseluruhan, model dalam *fuzzy inference system* memberikan hasil yang cukup baik dengan nilai RMSE sebesar 0.715. Apabila dilakukan evaluasi menggunakan pendekatan regresi linear, nilai RMSE didapatkan sebesar 0.621. Namun, model yang sama dilakukan untuk memprediksi jenis minuman *beer* memiliki nilai evaluasi RMSE sebesar 0.09. Pengembangan model pendekatan ini sangat mungkin diimplementasikan untuk memprediksi *inventory cost* pada kategori barang lain yang lebih beragam dengan parameter yang sama.

Keywords:

Manajemen gudang; biaya penyimpanan; *fuzzy inference system* ; MATLAB; ketidakpastian

Abstract

An optimal storage system in an industry can be a solution to dynamic demand. This can indirectly affect fluctuations in storage costs. Determining non-specific storage costs has the potential to cause inaccuracies in determining operational costs. So it is necessary to consider more detailed aspects such as price, product volume and demand quantity. One method that can predict inventory costs is using a fuzzy inference system approach. There are 36 types of beverage products in the liquor warehouse which are used as objects for determining inventory costs to meet the demands of foreign tourists. Overall, the model in the fuzzy inference system gives quite good results with an RMSE value of 0.715. If the evaluation is carried out using a linear regression approach, the RMSE value is obtained at 0.621. However, the same model used to predict the type of beer has an RMSE evaluation value of 0.09. The development of this approach model is very likely to be implemented to predict inventory costs in other diverse categories of goods with the same parameters.

Keywords:

inventory management; inventory cost; *fuzzy inference system* ; MATLAB; uncertainty

PENDAHULUAN

Manajemen persediaan merupakan hal yang sangat penting dalam operasi bisnis. Secara umum manajemen persediaan merupakan suatu proses yang tidak menambahkan nilai produk tetapi jika dalam proses penyimpanan tidak efektif maka akan menambahkan biaya operasional yang tinggi. Pengendalian persediaan melibatkan pengelolaan, penggunaan, dan operasi sistem persediaan untuk memastikan bahwa barang-barang memiliki ketersediaan yang baik. Salah satu tantangan utama dalam manajemen persediaan adalah menjaga persediaan pada tingkat yang diinginkan meskipun terjadi fluktuasi dalam permintaan (Samanta & Al-Araimi, 2000). Ini memerlukan pemahaman yang baik tentang dinamika produksi yang dapat berubah-ubah dari waktu ke waktu, sehingga perusahaan dapat merespons dengan cepat atas kasus tersebut (Samanta & Al-Araimi, 2000). Selain itu, terdapat faktor-faktor yang sulit atau bahkan tidak dapat dikontrol dalam manajemen persediaan. Faktor-faktor ini meliputi waktu, permintaan, harga, dan *volume* (ukuran) produk (Paul & Durlinger, 2015). Ketidakpastian hal tersebut meningkatkan kompleksitas dalam pengambilan keputusan terkait persediaan. Walaupun sudah ada upaya penyelesaian masalah manajemen inventori sejak tahun 1996 untuk mengatasi ketidakpastian ini salah satunya melalui pendekatan *fuzzy inference system* (De, 2021).

Variasi dalam permintaan juga merupakan masalah serius. Permintaan dapat bervariasi dalam hal jumlah dan jenis produk yang diminta, sehingga membutuhkan strategi persediaan yang dapat mengantisipasi berbagai skenario permintaan (Samanta & Al-Araimi, 2000). Penyimpanan produk dengan berbagai karakteristik seperti dimensi, *volume*, dan jenis yang beragam juga menimbulkan tantangan tersendiri dalam manajemen persediaan. Menghadapi tantangan tersebut, pelaku usaha memerlukan fasilitas penyimpanan yang efisien dan fleksibel (Aktepe et al., 2018).

Kondisi *backorder*, di mana pesanan tidak dapat dipenuhi sesuai permintaan pelanggan atau harus diproses dengan pembuatan khusus (*make to order*), dapat menjadi masalah serius dalam manajemen persediaan dan berdampak negatif pada kepuasan pelanggan (Kazemi et al., 2015). Oleh karena itu, penting bagi pelaku usaha untuk mempertimbangkan aspek keuangan dalam manajemen persediaan, termasuk biaya persediaan, *volume* bahan baku, cara penyimpanan dan biaya variabel lain. Pengoptimalan aspek keuangan ini menjadi kunci untuk menjaga keseimbangan antara ketersediaan persediaan dan efisiensi finansial perusahaan. Dengan memberikan fasilitas manajemen persediaan termasuk didalamnya adalah jangkauan biaya persediaan yang mempertimbangkan harga produk, bagaimana metode pengemasan, dan jumlah permintaan, dapat membantu pelaku usaha untuk melakukan keputusan dalam manajemen persediaan (Taheeri et al., 2023).

Pertumbuhan wisatawan terhadap wisata minum alkohol di USA selama dekade terakhir mengalami peningkatan. Layanan wisata alkohol menawarkan pengalaman konsumsi baru, mengesankan saat jauh dari rumah, menciptakan pengalaman tak terlupakan, mendapatkan kehangatan masa lalu, dan sebagainya (Dsouza et al., 2022). Tahun 2021, USA adalah negara tertinggi konsumsi minuman alkohol sekitar 24,17 juta kiloliter (Muhamad, 2023).

Sehingga, diperlukan sebuah sistem yang dapat memberikan informasi mengenai *inventory cost* dengan mempertimbangkan hal-hal yang lebih spesifik dan mendasar. Penentuan total *inventory cost* pada umumnya hanya mempertimbangkan biaya operasional seperti biaya pemeliharaan gudang dan biaya variabel lain. Hal tersebut belum memberikan keputusan yang

cukup representatif terhadap *inventory cost*. Beberapa aspek yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan klasifikasi *inventory cost* adalah dengan mempertimbangkan harga produk yang disimpan untuk mengetahui biaya perlakuan dalam penyimpanan. Pertimbangan lain adalah *volume* produk yang disimpan untuk mengetahui ruang (*space*) yang diperlukan didalam gudang. Selain itu, perlu mempertimbangkan jumlah permintaan pada setiap produk untuk mengetahui jumlah yang perlu disimpan dalam gudang. Oleh karena itu membangun *fuzzy inference system* untuk memprediksi *inventory cost* yang lebih detail sangat diperlukan pada *inventory management*.

Pada penelitian sebelumnya memberikan informasi bahwa tantangan dalam manajemen persediaan di perusahaan sangatlah kompleks dan memiliki beberapa aspek yang harus dipertimbangkan secara cermat. Menghadapi kendala dalam pasokan bahan baku, sekaligus terbatasnya kapasitas penyimpanan yang tersedia (Hidayat et al., 2020; Roy & Maiti, 1997). Ketidakpastian dalam parameter seperti biaya penyimpanan, *volume* bahan baku, dan biaya pembelian turut mempersulit perencanaan persediaan (Taheri et al., 2023). Selain itu, kompleksitas dalam *inventory control* menjadi salah satu masalah krusial kami, dengan konsep seperti *inventory management* dan jenis model pada *inventory control* yang sulit untuk didefinisikan secara tegas (Ziukov, 2015). Pengaruh harga bahan baku yang sangat signifikan terhadap pendapatan dan keuntungan perusahaan juga menjadi perhatian utama (Tanak Coşkun & Yılmaz Yalçın, 2021).

Mencapai penyelarasan yang efisien dalam persediaan, harus memastikan bahwa kebutuhan material yang digunakan dalam produksi dan penjualan terpenuhi secara optimal, sehingga menghindari penyimpanan berlebihan yang dapat menyebabkan pemborosan dan biaya pemeliharaan yang tinggi (Gunawan & Setiawan, 2022; Syamil et al., 2018). Faktor pengembangan bisnis menjadi krusial dalam upaya untuk tetap eksis dan terorganisir, yang melibatkan evaluasi staff dengan berbagai dimensi, termasuk faktor struktural, perilaku, dan faktor sekitar (Nikmanesh et al., 2023).

Selain itu, keputusan mengenai *inventory*, *reorder point*, dan parameter lainnya sangat bergantung pada variabel input seperti permintaan, stok yang tersedia, *lead time*, dan harga bahan baku (Shahriar et al., 1998). Sehingga perlu melakukan strategi untuk mengatasi ketidakpastian dalam permintaan dan ketersediaan penawaran sebagai tantangan tambahan (Phruksaphanrat, 2012). Sumber literatur yang tersedia terkait model persediaan *lot sizing*, khususnya yang berhubungan dengan konsep *fuzzy* EOQ cukup terbatas (Kazemi et al., 2015). Sehingga, terdapat *trade-off* yang perlu diperhitungkan antara biaya penyimpanan dan risiko kekurangan stok dalam upaya mengoptimalkan persediaan (Paul & Durlinger, 2015). Terlebih lagi, harga dan stok sangat terkait dengan fungsi permintaan, yang membuat perencanaan menjadi semakin kompleks (Poswal et al., 2022). Mengatasi beberapa tantangan ini, dapat dilakukan dengan mempertimbangkan penggunaan pendekatan *fuzzy* dalam pemantauan tanaman untuk mengidentifikasi penyebab risiko (dalam hal ini pada bidang pertanian) (Sharma et al., 2023).

Selain itu, perlu disadari bahwa biaya persediaan tidak dapat digeneralisir, dan konsep generalisir biaya penyimpanan seringkali tidak berlaku sepenuhnya dalam konteks organisasi atau sistem pergudangan (Gurtu, 2021). Oleh karena itu, perlu dilakukan pengembangan menggunakan pendekatan *fuzzy approximate reasoning* untuk meminimalkan *Economic Order*

Quantity (EOQ) agar sesuai dengan lingkungan yang berubah-ubah (De, 2021). Dengan demikian industri dapat menghadapi sejumlah tantangan kompleks ini dengan pendekatan yang komprehensif dan inovatif dalam manajemen persediaan.

Secara keseluruhan, manajemen persediaan adalah tantangan yang kompleks dan penting dalam bisnis modern. Pengelolaan yang efektif memerlukan pemahaman mendalam tentang berbagai aspek yang mempengaruhi persediaan, serta strategi yang adaptif dan terintegrasi untuk mengatasi ketidakpastian dan mengoptimalkan kinerja keseluruhan perusahaan. Salah satu metode yang telah digunakan dalam penelitian yang melibatkan ketidakpastian adalah metode *fuzzy inference system*. Oleh karena itu penelitian ini ditunjukkan untuk mengembangkan metode prediksi biaya penyimpanan dengan menggunakan *fuzzy inference system* guna memudahkan perhitungan total biaya operasional.

METODE

Metode penelitian yang akan digunakan adalah *Fuzzy inference system* (Sistem Inferensi Fuzzy) untuk menentukan interval biaya inventori rendah, sedang, dan tinggi berdasarkan tiga aspek input, yaitu harga, *volume*, dan jumlah permintaan. Tahap penelitian yang digunakan sebagai berikut :

1. Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dikumpulkan dari sumber-sumber yang relevan mencakup data harga produk per unit, *volume* produk, riwayat permintaan serta biaya penyimpanan per unit produk. Objek yang penelitian merupakan industri minuman dengan 36 produk yang berbeda. Data merupakan data sekunder dari *website* industri minuman beralkohol. Data terdiri dari beberapa macam jenis produk minuman yaitu 25% *beer*, 11.11% *rum*, 13.89% *vodka*, 5.56% non-alkohol, 16.67% *schnapps*, 8.33% *whiskey*, dan 19.44% produk minuman beralkohol lainnya. Detail dari data tergambar pada tabel 2.1

Tabel 2.1. Deskripsi Statistika

	PRICE	VOLUME	DEMAND	INVENTORY COST
Valid	36	36	36	36
Missing	0	0	0	0
Mean	23.432	769.889	83.528	1.434
Std. Deviation	20.863	305.605	95.912	0.818
Minimum	1.250	331.000	1.000	0.460
Maximum	76.990	1000.000	378.000	3.360

Data terdiri dari 36 entri tanpa ada missing data, terdiri dari 4 variabel yaitu harga dari produk, *volume* produk, permintaan produk, dan biaya penyimpanan. Rata-rata harga satuan dari produk minuman adalah \$23.432, rata-rata *volume* dari produk minuman yang diamati adalah 769.889 mL, rata-rata permintaan dari produk minuman adalah 83.528 unit, dan rata-rata biaya penyimpanan dari produk minuman adalah \$1.434. Penentuan batas bawah dan batas atas pada tiap-tiap variabel mengikuti hasil statistik deskripsi pada bagain nilai minimum dan maksimum. Maka, rentang harga produk yang diterapkan untuk membentuk input dalam *fuzzy*

inference system adalah \$1 sampai \$80, rentang *volume* produk yang diterapkan adalah 331 mL hingga 1750 mL, sedangkan rentang permintaannya adalah 1 unit sampai 400 unit. Selain itu, output berupa biaya penyimpanan juga memiliki jangkauan nilai antara \$1 hingga \$3.4 yang menandakan bahwa nilai \$1 termasuk klasifikasi rendah dan nilai \$3.4 menandakan biaya penyimpanan tinggi.

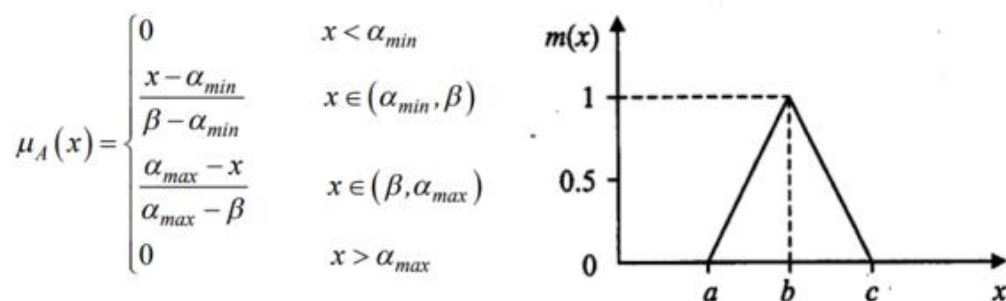
2. Fuzzification

Penentuan variabel yang digunakan sebagai input *fuzzy inference system* menggunakan uji korelasi antara variabel dependen dan variabel independen. Berdasarkan matriks korelasi didapatkan bahwa korelasi antar variabel independen (*inventory cost*) dan variabel dependen harga dan *volume* berkorelasi secara positif sehingga penambahan nilai *volume* dan harga dari item akan menambahkan nilai *inventory cost*, sementara permintaan (*demand*) berkorelasi negatif terhadap *inventory cost*, sehingga penambahan nilai *demand* akan mengurangi *inventory cost*. Seperti terlihat pada Tabel 2.2 hasil uji korelasi.

Tabel 2.2. Uji Korelasi

Pearson's Correlations		PRICE	VOLUME	DEMAND	INVENTORY COST
1. PRICE	Pearson's r	—			
	p-value	—			
2. VOLUME	Pearson's r	0.686	—		
	p-value	< .001	—		
3. DEMAND	Pearson's r	-0.118	-0.429	—	
	p-value	0.494	0.009	—	
4. INVENTORY COST	Pearson's r	0.659	0.565	-0.260	—
	p-value	< .001	< .001	0.125	—

Proses fuzzifikasi mengubah input *crisp* kedalam variabel linguistik dengan aturan klasifikasi dan suatu *membership function* dalam sistem yang diamati melibatkan jenis *membership functions* yaitu fungsi *triangular* sebagai *membership function* untuk input serta output. Model matematika dan grafik dari *membership function* digambarkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Triangular Function

Tabel 2.3. menunjukkan klasifikasi kategori pada setiap variabel input, masing-masing variabel input terdiri dari tiga kategorisasi beserta intervalnya. Variabel harga produk memiliki kategorisasi yaitu murah, sedang, dan mahal. Variabel *volume* produk terbagi menjadi kategori kecil, sedang, dan besar. Terakhir, variabel *demand* terdapat kategori sedikit, sedang, banyak.

Tabel 2.3. Variabel dan Kategorisasi

Variabel	Kategori	Interval
<i>Price</i> (Input)	Murah	[1 33.92]
	Sedang	[7.58 40.5 73.42]
	Mahal	[47.08 80]
<i>Volume</i> (Input)	Kecil	[331 922.25]
	Sedang	[449.25.75 1040.5 1631.75]
	Besar	[1158.75 1750]
<i>Demand</i> (Input)	Sedikit	[1 167.25]
	Sedang	[34.25 200.5 366.75]
	Banyak	[233.75 400]
<i>Inventory Cost</i> (Output)	Sedikit	[1 1.42]
	Sedang	[0.28 1.7 3.12]
	Banyak	[1.98 3.4]

3. Pembuatan aturan Fuzzy

Sejumlah aturan *fuzzy* akan dibuat berdasarkan kombinasi himpunan *fuzzy* dari masing-masing variabel input. Aturan ini akan menghubungkan input dengan output (interval biaya inventori rendah, sedang, dan tinggi) dengan menggunakan logika *fuzzy* (AND). Pada penelitian ini terdapat 27 aturan sebagai berikut :

Tabel 2.4. Aturan Logika Fuzzy

Rule No	Price	Volume	Demand	Output
1	Murah	Kecil	Sedikit	Rendah
2	Sedang	Kecil	Sedikit	Sedang
3	Mahal	Kecil	Sedikit	Tinggi
4	Murah	Sedang	Sedikit	Sedang
5	Sedang	Sedang	Sedikit	Sedang
6	Mahal	Sedang	Sedikit	Tinggi
7	Murah	Besar	Sedikit	Tinggi
8	Sedang	Besar	Sedikit	Tinggi
9	Mahal	Besar	Sedikit	Tinggi
10	Murah	Kecil	Sedang	Rendah
11	Sedang	Kecil	Sedang	Sedang
12	Mahal	Kecil	Sedang	Sedang
13	Murah	Sedang	Sedang	Rendah
14	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang
15	Mahal	Sedang	Sedang	Tinggi

16	Murah	Besar	Sedang	Sedang
17	Sedang	Besar	Sedang	Tinggi
18	Mahal	Besar	Sedang	Tinggi
19	Murah	Kecil	Banyak	Rendah
20	Sedang	Kecil	Banyak	Rendah
21	Mahal	Kecil	Banyak	Sedang
22	Murah	Sedang	Banyak	Rendah
23	Sedang	Sedang	Banyak	Sedang
24	Mahal	Sedang	Banyak	Sedang
25	Murah	Besar	Banyak	Rendah
26	Sedang	Besar	Banyak	Sedang
27	Mahal	Besar	Banyak	Tinggi

4. Defuzzifikasi

Hasil agregasi *fuzzy* akan diubah menjadi nilai numerik konkret untuk setiap interval biaya (kecil, sedang, besar) menggunakan metode defuzzifikasi *centroid*. Ini akan memberikan perkiraan biaya inventori yang lebih spesifik. Metode *centroid* atau *center of gravity* dapat dituliskan kedalam persamaan matematika sebagai berikut. Asumsikan terdapat sejumlah N nilai *membership* $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_N$, untuk setiap N himpunan output *fuzzy* di *rule*. Dimisalkan himpunan *fuzzy* tersebut tidak nol di $z = \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_N$. Prosedur defuzzifikasi mengeluarkan output sebagai berikut :

$$z = \frac{\sum_{i=1}^N (\mu_i \beta_i)}{\sum_{i=1}^N \mu_i}$$

5. Evaluasi

Metode *fuzzy inference system* yang telah dikembangkan akan dibandingkan menggunakan hasil pengolahan metode linear regression. Hasilnya akan dievaluasi menggunakan RMSE untuk melihat sejauh mana model ini menghasilkan estimasi biaya inventori yang akurat.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (y' - y)^2}{n}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan MATLAB 2022 untuk membantu pengolahan *fuzzy inference system* sehingga dapat menentukan *inventory cost* berdasarkan data variabel input penentuan *inventory cost* yang telah dilakukan pengolahan menggunakan metode *fuzzy inference system* mendapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 3.1. Hasil *Fuzzy inference system*

Kode	Aktual IC	<i>Predict IC</i>
1	1,49	1,7
2	0,89	0,462
3	0,71	1,7
4	2,08	1,7
5	1,26	1,7
6	2,21	0,469
7	1,94	1,86
8	0,82	1,52
9	0,7	1,7
10	1,5	1,7
11	2,35	1,7
12	2,32	1,74
13	0,46	1,7
14	0,7	0,472
15	1,76	1,7
16	3,16	1,7
17	2,13	1,7
18	0,5	0,493
19	1,66	1,52
20	1,78	1,63
21	0,66	0,502
22	0,63	1,63
23	2,42	1,7
24	0,66	0,54
25	2,06	2,16
26	0,75	0,563
27	2,1	2,84
28	3,36	1,7
29	1,36	1,47
30	2,75	1,7
31	0,66	0,534
32	1,13	2,31
33	0,7	0,464
34	0,78	0,519
35	0,66	0,504
36	0,52	0,469

Hasil penelitian yang menggunakan metode *fuzzy inference system* , seperti pada Tabel 3.1 dievaluasi dengan mencari nilai RMSE. Kemudian, akan dibandingkan dengan nilai RMSE dari hasil pengolahan dengan metode linear regression. Hasil RMSE penelitian metode *fuzzy inference system* menunjukkan nilai sebesar 0.717.

Sebagai pembandingan dari model FIS, dilakukan pendekatan statistik multivariate linear regression sebagai model prediksi dari *inventory cost* dengan *variate price*, *volume* dan *demand*. Hasil evaluasi dari regresi linear tergambar pada tabel 3.2.

Tabel 3.2. Hasil evaluasi regresi linier

Coefficients						
Model		Unstandardized	Standard Error	Standardized	t	p
H ₀	(Intercept)	1.434	0.136		10.514	< .001
H ₁	(Intercept)	0.776	0.395		1.968	0.058
	PRICE	0.022	0.007	0.560	3.059	0.004
	VOLUME	3.181×10 ⁻⁴	5.388×10 ⁻⁴	0.119	0.590	0.559
	DEMAND	-0.001	0.001	-0.143	-0.973	0.338

Dengan menggunakan tool JASP terbentuk model prediksi regresi linear

$$y' = 0.776 + 0.022x_1 + 0.004x_2 - 0.001x_3$$

Dengan y' merupakan nilai prediksi dari *inventory cost*, x_1 merupakan nilai *price*, x_2 merupakan nilai *volume*, dan x_3 merupakan nilai dari *demand*. Berdasarkan pengolahan menggunakan JASP hasil RMSE dari model pada persamaan diatas menggunakan pendekatan regresi linear terdapat pada tabel 3.3.

Tabel 3.3. Hasil RMSE Menggunakan Pendekatan Regresi Linear

Model Summary - INVENTORY COST				
Model	R	R ²	Adjusted R ²	RMSE
H ₀	0.000	0.000	0.000	0.818
H ₁	0.688	0.473	0.424	0.621

Tabel 3.3. menunjukkan hasil RMSE yang menggunakan pendekatan regresi linear sebesar 0.621. Berdasarkan kedua hasil perhitungan RMSE menyatakan bahwa nilai RMSE dengan metode *fuzzy inference system* tidak lebih baik daripada nilai RMSE dengan pendekatan regresi linear. Perihal ini dapat terjadi akibat beberapa faktor, salah satunya terdapat kekurangan pada penentuan variabel yang berpengaruh terhadap perhitungan tersebut. Kedua, sumber data yang digunakan termasuk jenis data sekunder yang belum mampu memberikan representasi suatu sistem secara lebih baik. Selain itu, pemilihan fungsi membership yang diterapkan juga mempunyai pengaruh terhadap hasil *fuzzy inference system*. Serta, penentuan aturan *fuzzy* bersifat subjektif sehingga berlandaskan dengan perspektif setiap orang yang berbeda-beda dan teori-teori pendukungnya. Ditemukan fakta dengan menggunakan model *fuzzy inference system* yang sama namun jenis item yang diamati hanyalah produk minuman *beer* didapatkan RMSE sebesar 0.09. Hal ini membuktikan bahwa model *fuzzy inference system* meskipun tidak cukup baik dalam memprediksi *inventory cost* untuk keseluruhan data, namun masih dapat digunakan untuk memprediksi jenis barang tertentu.

KESIMPULAN

Inventory cost dengan mempertimbangkan aspek harga, *volume* produk, dan jumlah permintaan dapat menentukan prediksi *inventory cost* dengan nilai akar rata-rata simpangan kuadrat atau RMSE menggunakan pendekatan *fuzzy inference system* sebesar 0.715. Secara umum, nilai tersebut sudah dapat digunakan sebagai acuan model prediksi yang cukup baik. Apabila dibandingkan dengan pendekatan regresi linear memberikan hasil eror prediksi yang lebih kecil yaitu sebesar 0.621. Namun, memberikan hasilnya sangat baik dengan nilai eror prediksi sebesar 0.09 jika model *fuzzy inference system* diaplikasikan pada jenis produk yang lebih spesifik yaitu minuman jenis *beer*. Berdasarkan simpulan diatas, dalam penelitian selanjutnya variabel jenis produk kemungkinan besar merupakan salah satu variabel yang berpengaruh dalam membangun model *fuzzy inference system* untuk memprediksi biaya *inventory*. Pengembangan model pendekatan ini sangat mungkin diimplementasikan untuk memprediksi *inventory cost* pada kategori barang lain yang lebih beragam dengan parameter yang sama. Sehingga pelaku industri penyimpanan *liquor* dapat menentukan estimasi biaya penyimpanan pada jenis produk baru dengan mempertimbangkan aspek harga produk, *volume* produk, dan jumlah permintaan produk tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Aktepe, A., Ersoz, S., Turker, A. K., Barisci, N., & Dalgic, A. (2018). An inventory classification approach combining expert systems, clustering, and fuzzy logic with the ABC method, and an application. *South African Journal of Industrial Engineering*, 29(1), 49–62. <https://doi.org/10.7166/29-1-1784>
- De, S. K. (2021). Solving an EOQ model under fuzzy reasoning. *Applied Soft Computing*, 99. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106892>
- Dsouza, E., Dayanand, M. S., & Borde, N. (2022). Tourists' alcoholic beverage consumption and re-visit intention: A conceptual paper. *Turizam*, 26(2), 67–89. <https://doi.org/10.5937/turizam26-29251>
- Gunawan, I. N. D., & Setiawan, P. Y. (2022). Inventory Management with EOQ Method at “Nitra Jaya” Fashion-Making Company in Badung. *European Journal of Business and Management Research*, 7(3), 347–351. <https://doi.org/10.24018/ejbmr.2022.7.3.1444>
- Gurtu, A. (2021). Optimization of Inventory Holding Cost Due to Price, Weight, and Volume of Items †. *Journal of Risk and Financial Management*, 14(2). <https://doi.org/10.3390/jrfm14020065>
- Hidayat, K., Efendi, J., & Faridz, R. (2020). Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Kerupuk Mentah Potato Dan Kentang Keriting Menggunakan Metode Economic Order Quantity (EOQ). *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, 18(2). <https://doi.org/10.20961/performa.18.2.35418>
- Kazemi, N., Shekarian, E., Cárdenas-Barrón, L. E., & Olugu, E. U. (2015). Incorporating human learning into a fuzzy EOQ inventory model with backorders. *Computers and Industrial Engineering*, 87, 540–542. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2015.05.014>
- Muhamad, N. (2023, June 22). *Negara-negara dengan Konsumsi Bir Tertinggi di Dunia 2021*. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2023/06/22/negara-negara-dengan-konsumsi-bir-tertinggi-di-dunia-2021>

- Nikmanesh, M., Feili, A., & Sorooshian, S. (2023). Employee Productivity Assessment Using Fuzzy Inference System. *Information (Switzerland)*, 14(7). <https://doi.org/10.3390/info14070423>
- Paul, I., & Durlinger, P. J. (2015). *Inventory And Holding Costs a white paper approach for managers*.
- Phruksaphanrat, B. (2012). *Fuzzy Inventory Control System for Uncertain Demand and Supply*. Newswood Ltd.
- Poswal, P., Chauhan, A., Boadh, R., Kumar Rajoria, Y., Kumar, A., & Khatak, N. (2022). Investigation and analysis of fuzzy EOQ model for price sensitive and stock dependent demand under shortages. *Materials Today: Proceedings*, 56, 542–548. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.02.273>
- Roy, T. K., & Maiti, M. (1997). European Journal Of Operational Research A fuzzy EOQ model with demand-dependent unit cost under limited storage capacity. In *European Journal of Operational Research* (Vol. 99).
- Samanta, B., & Al-Araimi, S. A. (2000). *An inventory control model using fuzzy logic*.
- Shahriar, M., Hossain, J., & Ahmad, N. (1998). *Fuzzy Based Inventory Management System Design and Fabrication of Gutti Urea Applicator View project Ultra low cost reliable infusion pump design. View project*. <http://www.bdresearchpublications.com/journal/>
- Sharma, R. P., Dharavath, R., & Edla, D. R. (2023). IoFT-FIS: Internet of farm things based prediction for crop pest infestation using optimized fuzzy inference system. *Internet of Things (Netherlands)*, 21. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2022.100658>
- Syamil, R. A., Ridwan, A. Y., & Santosa, B. (2018). Penentuan Kebijakan Persediaan Produk Kategori Food Dan Non-Food Dengan Menggunakan Metode Continuous Review (S,S) System Dan (S,Q) System Di Pt.Xyz Untuk Optimasi Biaya Persediaan. In *Jurnal Integrasi Sistem Industri* (Vol. 5, Issue 1).
- Taheri, M., Sadegh Amalnick, M., Allah Taleizadeh, A., & Mardan, E. (2023). A fuzzy programming model for optimizing the inventory management problem considering financial issues: A case study of the dairy industry. *Expert Systems with Applications*, 221. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.119766>
- Tanak Coşkun, G., & Yılmaz Yalçın, A. (2021). Determining the best price with linear performance pricing and checking with fuzzy logic. *Computers and Industrial Engineering*, 154. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107150>
- Ziukov, S. (2015). A literature review on models of inventory management under uncertainty. *Business Systems & Economics*, 5(1), 26. <https://doi.org/10.13165/vse-15-5-1-03>