

PENERAPAN MODEL INVENTORI PROBABILISTIK FUZZY MULTIOBJEKTIF PADA SISTEM PERSEDIAAN BUAH SALAK

Novi Rustiana Dewi¹, Eka Susanti^{2§}, Des Alwine Zayanti³, Indrawati⁴, Oki Dwipurwani⁵
Siti Natasya Munawaroh⁶

¹Jurusan Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Sriwijaya [Email: novirustiana@unsri.ac.id]

^{2§}Jurusan Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Sriwijaya [Email:eka_susanti@mipa.unsri.ac.id]

³Jurusan Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Sriwijaya [Email: desalwinez@unsri.ac.id]

⁴Jurusan Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Sriwijaya [Email: indrawati@mipa.unsri.ac.id]

⁵Jurusan Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Sriwijaya [Email: okidwip@unsri.ac.id]

⁶Jurusan Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Sriwijaya [Email: snatasya85@gmail.com]

[§]Corresponding Author

ABSTRACT

Inventory control is very important in production and trading activities. The purpose of inventory control is to maintain product availability. In certain cases, the products provided must be ordered from distributors outside the city and require waiting time from the time the order is placed until the product is received. The Multiobjective Probabilistic Fuzzy Inventory model can be applied to inventory optimization problems with the uncertainty of the leadtime parameter. In this study, the model was applied to the problem of supply salak fruit at one of the distributors. The first objective function is to minimize holding costs and the second is to minimize deterioration costs. The inventory model is transformed into a single objective form using a weighted method. Based on the results, the order cycle time is 3 days with the optimal total inventory of 430.1086 kg. The holding cost and deterioration costs are IDR 2,075,866 and IDR 571,034, respectively. Changes in the weight value of the objective function result in changes in the total cost value. The greater the weight for the first objective function, the smaller the total cost.

Keywords: Leadtime, Fuzzy, Inventory Model, Weighted Method

1. PENDAHULUAN

Penerapan konsep inventori pada permasalahan perencanaan kebijakan optimal persediaan telah banyak dilakukan. Kebijakan optimal persediaan berkaitan dengan tingkat persediaan, waktu pemesanan optimal yang meminimumkan total biaya. Kajian terkait inventori telah dikembangkan dan diterapkan di berbagai bidang kehidupan. Permasalahan inventori dan *supply chain* pada masalah perutean dan inventori (Zheng *et al.*, 2019). Pada (Sanni & Neill, 2019) dibahas permasalahan optimasi inventori dengan pengembangan metode pembayaran. (Cárdenas-barrón *et al.*, 2020) membahas permasalahan inventori menggunakan model *Economic Order Quantity* (EOQ) kendala nonlinear. Metode aljabar digunakan (Luo & Chou, 2018) untuk menyelesaikan permasalahan persediaan. Optimasi persediaan

produk yang *perishable* juga dibahas oleh (Dewi *et al.*, 2019). Perencanaan persediaan buah kelapa menggunakan model persediaan stokastik dibahas oleh (Dewi *et al.*, 2020). Penyelesaian masalah persediaan dengan pendekatan *fuzzy* dibahas oleh (Garai *et al.*, 2019). Model persediaan *fuzzy* dengan mempertimbangkan permintaan dan biaya penyimpanan untuk satu jenis produk diberikan oleh (Routray *et al.*, 2020). Model persediaan *probabilistic* dengan mempertimbangkan tingkat kerusakan dan ketidakpastian *leadtime* diberikan oleh (Nabendu & Saha, 2021). Model persediaan yang telah diberikan oleh (Nabendu & Saha, 2021) adalah model persediaan satu jenis produk (*single item*).

Kajian yang dilakukan oleh (Zheng *et al.*, 2019) adalah permasalahan persediaan dimana variabel dan parameter nilainya diketahui dengan pasti dan memiliki satu tujuan yang akan dicapai. Penelitian (Dewi *et al.*, 2019)

sampai dengan (Nabendu & Saha, 2021) membahas masalah persediaan dengan ketidakpastian parameter. Secara umum tujuan optimasi persediaan adalah untuk meminimumkan total biaya persediaan. Akan tetapi, pada beberapa kasus tujuan perencanaan persediaan memiliki tujuan yang lebih dari satu, misalnya meminimumkan total biaya persediaan dan biaya penyimpanan. Pada penelitian ini dibahas optimasi persediaan dengan tujuan meminimumkan total biaya penyimpanan dan biaya kerusakan. Permasalahan persediaan dengan lebih dari satu fungsi tujuan disebut dengan persediaan multiobjektif. Beberapa penelitian masalah persediaan multiobjektif diantaranya adalah (Waliv *et al.*, 2020) menggunakan pemrograman nonlinier multiobjektif dengan pendekatan *fuzzy* pada sistem persediaan dengan ketidakpastian parameter. Menggunakan model multiobjektif pada pemilihan supplier dan pengalokasian pemesanan dibahas oleh (Firouzi & Jadidi, 2021). Pendekatan *fuzzy* pada model persediaan multiobjektif diterapkan oleh (Duari & Chakrabarti, 2016). (Maiti, 2020) membahas masalah persediaan multi *item* dan multiobjektif dengan batasan ketersediaan modal dan gudang penyimpanan.

Pada penelitian ini, model Inventori probabilistik Multiobjektif (IPFMO) diformulasi dengan mengembangkan model persediaan yang diperkenalkan oleh (Nabendu & Saha, 2021) dan model persediaan yang diperkenalkan oleh (Maiti, 2020). Pengembangan model dilakukan pada fungsi tujuan. Model yang diperkenalkan oleh (Nabendu & Saha, 2021) adalah *single* objektif sedangkan model IPFMO memiliki dua fungsi tujuan yang diselesaikan secara simultan. Model IPFMO yang diformulasikan diterapkan pada masalah persediaan buah salak di salah satu usaha dagang buah yang berlokasi di kota Palembang. Masalah multiobjektif dapat diselesaikan dengan mentransformasi ke bentuk *single* objektif. Metode yang digunakan diantaranya adalah metode teknik program *fuzzy*, metode pembobotan dan metode *convex combination* (Sheng *et al.*, 2020), (Bagheri *et al.*, 2020), (Samanta *et al.*, 2020), (Kakran & Dhodiya, 2020). Pada penelitian ini digunakan metode pembobotan untuk menyelesaikan model IPFMO.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama adalah pengembangan model inventori mutiobjektif *fuzzy* dan tahap kedua adalah penerapan model pada sistem persediaan buah salak di salah satu usaha dagang. Data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari salah satu distributor buah di kota Palembang. Berikut diberikan langkah-langkah penyelesaian.

1. Pengembangan model inventori probabilistik *fuzzy* multiobjektif.
Model IPFMO merupakan pengembangan model inventori (Nabendu & Saha, 2021) dan (Maiti, 2020) dengan fungsi tujuan pertama adalah meminimumkan biaya penyimpanan dan fungsi tujuan kedua meminimumkan biaya kerusakan.
2. Penerapan Model yang diformulasi pada langkah 1 untuk perencanaan kebijakan persediaan buah salak. Tahapan penerapan model pada masalah persediaan buah salak adalah sebagai berikut.
 - a. Formulasi Model
 - b. Transformasi model pada langkah (a) ke bentuk *single* objektif menggunakan metode pembobotan. Parameter *fuzzy leadtime* diubah ke bentuk deterministik menggunakan metode *alpha-cut*.

$$\tilde{L}_i = L_i + \frac{1}{4}(a_3 - a_4) \quad (1)$$
 - c. Penyelesaian model *single* objektif yang diperoleh dari langkah (b) menggunakan *software* Lingo 13.0
3. Interpretasi Hasil

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Formulasi Model IPFMO

Formulasi model IPFMO dikembangkan dari model inventori probabilistik *fuzzy single* objektif (Nabendu & Saha, 2021). Berikut diberikan formulasi model IPFMO. Fungsi tujuan pertama adalah fungsi yang meminimumkan biaya penyimpanan (*Holding Cost/ HC*).

$$\begin{aligned} \text{Min HC} = & h \left(t_1 - \frac{A}{\alpha} \left(\frac{\theta}{\alpha} - \alpha \right) \frac{t_1^2}{2} - \frac{1}{6} \left(I_0 - \frac{A\theta}{\alpha} t_1^3 \right) \right) + h \left(\left(I_0 - \frac{Ae^{t_1+L}}{\theta(t_1+L)-\alpha} \right) e^{-\theta(t_1+L)^2} - \frac{A}{\alpha} \right) (T - t_1 - \tilde{L}) + \frac{A}{2} \left(\frac{\theta}{\alpha^2} + 1 \right) (T^2 - t_1^2 - \end{aligned}$$

$$\tilde{L}^2 - 2t_1\tilde{L}) - \frac{\theta}{3} \left(\left(I_0 - \frac{Ae^{t_1+\tilde{L}}}{\theta(t_1+\tilde{L})-\alpha} \right) e^{-\theta(t_1+\tilde{L})^2} \right) \frac{1}{2} + \frac{A}{\alpha} \quad (2)$$

Fungsi tujuan Kedua adalah fungsi yang meminimumkan total biaya kerusakan (*Deteriorating Cost/DC*).

$$\text{Min } DC = C_d \left(2I_0 + \frac{A}{\alpha} (e^{-\alpha T} - 1) + \frac{A}{\alpha} e^{-\alpha t_1} (1 - e^{-\alpha \tilde{L}}) \right) \quad (3)$$

Kendala

$$c \left(2I_0 - \frac{A\beta}{\alpha^2} e^{-\alpha t_1} (e^{-\alpha \tilde{L}} + \tilde{L}\alpha - 1) \right) \geq r \quad (4)$$

$$I = \left(\left(I_0 + \frac{A}{\alpha} \right) e^{-\frac{\theta t^2}{2}} + \frac{Ae^{-\alpha t}}{\theta t - \alpha} \right) e^{-\frac{\theta t^2}{2}} + \frac{Ae^{-\alpha t}}{\theta t - \alpha} \quad (5)$$

3.2 Penerapan Model pada Persediaan Buah Salak

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari pencatatan distributor. Data sekunder terdiri dari data permintaan dan biaya-biaya terkait persediaan. Data biaya persediaan diberikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Biaya Persediaan

No	Komponen Biaya Persediaan	Harga (Rp)
1	Biaya Penyimpanan	369/kg
2	Biaya Pembelian	5000/kg
3	Biaya Pemesanan	700.000/pesanan
4	Biaya Kekurangan Persediaan	1.000/kg
5	Biaya Kerusakan	2500/kg

Tabel 2. Nilai Parameter Model IPFMO

Parameter persediaan	Nilai Parameter	Keterangan
I_0	1095	Total persediaan awal barang (kg)
A	0,04	Permintaan awal (kg)
θ	0,1043	Tingkat kerusakan barang ($0 < \theta < 1$)
α	0,01	Konstanta laju permintaan
β	0,1	Konstanta pembelian ($0,1 < \beta < 0,9$)

Tabel 2. Nilai Parameter Model IPFMO (Lanjutan)

Parameter persediaan	Nilai Parameter	Keterangan
\tilde{L}	(1,2,2)	<i>Fuzzy leadtime</i>
h	369	Biaya penyimpanan / unit (Rp)
c	5000	Biaya Pembelian / unit
c_d	2500	Biaya kerusakan barang (Rp)
c_o	0,9	Biaya pemesanan barang/unit (Rp)
T	3	Panjang siklus (hari)
r	2500(1095)	Biaya modal pemesanan (Rp)

Nilai parameter pada Tabel 1 dan 2 diperoleh dari pencatatan salah satu distributor buah di Kota Palembang. Menggunakan Model (1) sampai dengan (5) dan variasi nilai bobot diperoleh total biaya optimal yang diberikan Pada Tabel 3.

Tabel 3. Total Biaya Penyimpanan dan Biaya Kerusakan

β	w_1	w_2	t_1	T	Z
0,1	0,1	0,9	3	3	4.719.842
	0,2	0,8	3	3	3.964.763
	0,3	0,7	3	3	3.209.684
	0,4	0,6	3	3	2.454.606
	0,5	0,5	3	3	1.699.527
	0,6	0,4	3	3	944.448
	0,7	0,3	3	3	189.369

3.3 Interpretasi Hasil

Model IPFMO (2 sampai dengan 5) ditransformasi ke bentuk *single* objektif menggunakan metode pembobotan. Penyelesaian model *single* objektif menggunakan software Lingo 13.0. Menggunakan $\beta = 0,1$ ($0,1 < \beta < 0,9$) diperoleh waktu pemesanan (t_1) selama 3 hari dan jumlah persediaan buah salak 430,1086 kg pada kombinasi bobot w_1 dan w_2 seperti yang diberikan pada Tabel 3. Kombinasi bobot w_1 dan w_2 menghasilkan biaya penyimpanan yang sama yaitu sebesar Rp 2.075.866 dan biaya kerusakan sebesar Rp 571.034. Perubahan nilai bobot fungsi tujuan mengakibatkan perubahan nilai total biaya (Z). Semakin besar bobot untuk fungsi tujuan

pertama maka total biaya akan semakin kecil. Pemilik usaha dapat melakukan pemesanan setiap tiga hari dengan jumlah pemesanan sebanyak 430,1086 kg untuk setiap kali pemesanan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa menggunakan model IPFMO diperoleh jumlah persediaan optimal buah salak sebanyak 430,1086 kg untuk siklus waktu pemesanan selama 3 hari. Kombinasi nilai bobot menghasilkan biaya penyimpanan dan biaya kerusakan yang sama. Semakin besar nilai bobot biaya penyimpanan mengakibatkan total biaya persediaan semakin kecil. Hal ini berbanding terbalik untuk bobot fungsi biaya kerusakan.

Pada penelitian ini, produk yang dianalisis hanya satu jenis (*single item*), untuk penelitian selanjutnya dapat dibahas permasalahan inventori dengan beberapa produk (*multi item*).

UCAPAN TERIMA KASIH

"Penelitian/publikasi artikel ini dibiayai oleh Anggaran DIPA Badan Layanan Umum Universitas Sriwijaya Tahun Anggaran 2021. Sp DIPA-023.17.2.677515/2022, tanggal 13 Desember 2021,. Sesuai dengan SK Rektor 0110/UN9.3.1/SK/2022 tanggal 28 April 2022".

REFERENSI

Bagheri, M., Ebrahimnejad, A., Razavyan, S., Hosseinzadeh Lotfi, F., & Malekmohammadi, N. (2020). Fuzzy Arithmetic DEA Approach for Fuzzy Multi-Objective Transportation Problem. In *Operational Research*. Springer Berlin Heidelberg.

Cárdenas-barrón, L. E., Shaikh, A. A., Tiwari, S., & Treviño-garza, G. (2020). An EOQ inventory model with nonlinear stock dependent holding cost, nonlinear stock dependent demand and trade credit. *Computers & Industrial Engineering*, *139*, 105557.

Dewi, N. R., Suprihatin, B., Bidarti, A., Elpatrika, S., & Masyitha, N. A. A. (2020). Implementasi Model Stokastik Pada Permasalahan Optimasi Persediaan Kelapa Pada Tingkat Distributor. *E-Jurnal*

Matematika, *9*(1), 90.

- Dewi, N. R., Susanti, E., Roflin, E., Octalia, T. B., & Novita, R. (2019). Optimization production and distribution using production routing problem with perishable inventory (PRPPI) models. *Journal of Physics: Conference Series*, *1282*(1), 0–10.
- Duari, N. K., & Chakrabarti, T. (2016). Multi-Item Multi-Objective Inventory Model with Fuzzy Estimated Price dependent Demand , Fuzzy Deterioration and Possible Constraints. *Advances in Fuzzy Mathematics*, *11*(2), 157–170.
- Firouzi, F., & Jadidi, O. (2021). Multi-objective model for supplier selection and order allocation problem with fuzzy parameters. *Expert Systems with Applications*, *180*(April), 115129.
- Garai, T., Chakraborty, D., & Roy, T. K. (2019). Fully fuzzy inventory model with price-dependent demand and time varying holding cost under fuzzy decision variables. *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, *36*(4), 3725–3738.
- Kakran, V. Y., & Dhodiya, J. M. (2020). Fuzzy Programming Technique for Solving Uncertain Multi-objective, Multi-item Solid Transportation Problem with Linear Membership Function. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, *949*, 575–588.
- Luo, X., & Chou, C. (2018). International Journal of Production Economics Technical note: Solving inventory models by algebraic method. *International Journal of Production Economics*, *200*(March), 130–133.
- Maiti, A. K. (2020). Multi-item Fuzzy Inventory Model for Deteriorating Items in Multi-Outlet under Single Management. *Journal of Management Analytics*, *7*(1), 44–68.
- Nabendu, S. E. N., & Saha, S. (2021). Inventory model for deteriorating items with negative exponential demand, probabilistic deterioration, and fuzzy lead time under partial back logging. *Operations Research and Decisions*, *30*(3), 97–112.

- Routray, S. S., Paikray, S. K., Mishra, S., & Misra, U. K. (2020). *Fuzzy Inventory Model With Single Item Under Time Dependent Demand and Holding Cost*. July, 1604–1618.
- Samanta, S., Jana, D. K., Panigrahi, G., & Maiti, M. (2020). Novel Multi-Objective, Multi-Item and Four-dimensional Transportation problem with vehicle speed in LR-type intuitionistic fuzzy environment. *Neural Computing and Applications*, 32(15), 11937–11955.
- Sanni, S., & Neill, B. O. (2019). Computers & Industrial Engineering Inventory optimisation in a three-parameter Weibull model under a prepayment system. *Computers & Industrial Engineering*, 128(December 2018), 298–304.
- Sheng, Z., Yuan, G., & Yue, J. (2020). A Nonlinear Vonvex Combination in the Construction of Finite Volume Scheme Satisfying Maximum Principle. *Applied Numerical Mathematics*, 156, 125–139.
- Waliv, R. H., Mishra, U., Garg, H., & Umap, H. P. (2020). A Nonlinear Programming Approach to Solve the Stochastic Multi-objective Inventory Model Using the Uncertain Information. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 45(8), 6963–6973.
- Zheng, X., Yin, M., & Zhang, Y. (2019). Integrated Optimization of Location , Inventory and Routing In Supply Chain Network Design. *Transportation Research Part B*, 121, 1–20.