



PENERAPAN LOGIKA *FUZZY* TSUKAMOTO DALAM OPTIMALISASI PERSEDIAAN MINYAK PELUMAS KAPAL KARGO CURAH

Melania Fitri .A ¹⁾, Aditya Maharani, S.Si., M.T. ²⁾, dan Devina Puspita Sari., S.T.,
M.T. ³⁾

¹⁾Manajemen Bisnis, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

²⁾Manajemen Bisnis, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

³⁾Manajemen Bisnis, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

E-mail: melaniaariyanti@student.ppnns.ac.id

Abstract

Lubricating oil vessel is a component that is essential for the smooth and operational cruise ships in the machine maintenance .The shipping companies that still do a rough guess to supply demand lubricating oil must have ripe for calculation based on a voyage made in supply , and from year to year lubricating oil price increases , who is influential on the operational expenses costs .This research aims to obtain the lubricating oil the optimum route a to b in one trip and knows how the cost savings of the lubricating oil. Methods used in this research is fuzzy tsukamoto .The result showed 2054 liters per trip on ME and 1284 liters on AE engine the forecasting mape 7,3 %and 9,5 % .The cost of purchases demand lubricating oil on a ME engine save Rp .80.837.330 and machinery ae Rp. 53,065,812.95This research contributed to optimal lubricating oil demand in shipping per trip .

Keywords: *Fuzzy Tsukamoto, Lubricant oil, Inventory ,Optimization, supply*

PENDAHULUAN

Perusahaan pelayaran memiliki anggaran keperluan pembelian minyak untuk pemeliharaan permesinan kapal dengan menepati pengeluaran presentase terbesar sekitar 50-70 persen. Hal ini terkait dengan biaya operasional bahan bakar minyak (BBM) dan minyak pelumas. Disamping bahan bakar minyak, minyak pelumas merupakan variabel penting dalam menentukan biaya operasional (Arisandi M, 2012). Biaya pelumas berkisar antara 1-5 persen dari biaya operasional tersebut (LO, 2014; Saputra, 2011).

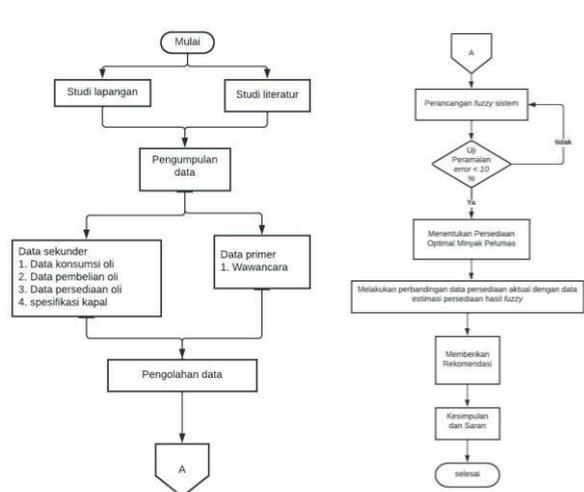
Pengisian pelumas KM. PK ini pada mesin induk yaitu di silinder mesin (*ME Cylinder*) dan *auxiliary engine (AE System)* motor bantu atau generator. Perusahaan melakukan pengisian dalam 1 trip untuk mencegah terjadinya pelumasan yang kurang optimal terhadap mesin. Oleh karena itu perusahaan melakukan persediaan setiap trip dengan

memperkirakan permintaan pelumas dari persediaan akhir sebagai pengukuran pembelian permintaan. Namun terjadi kelebihan yang menyebabkan kurang optimalnya permintaan dan biaya yang dikeluarkan melebihi biaya operasional yang dianggarkan dalam mensuplai persediaan minyak pelumas.

Dari permasalahan diatas, dibutuhkan analisis yang memungkinkan untuk memecahkan masalah sehingga keputusan yang akan diambil lebih baik dari sebelumnya dan kegiatan operasional yang lebih optimal untuk meminimalisir kerugian perusahaan. Salah satu metode digunakan mengatasi permasalahan adalah metode *fuzzy tsukamoto*. Metode *fuzzy tsukamoto* adalah metode untuk memberikan peramalan dan keputusan pada permintaan minyak pelumas yang optimal. Berdasarkan latar belakang permasalahan pada penelitian terdahulu dengan metode *fuzzy tsukamoto* yang diterapkan seperti, menurut Basriati (2020), penerapan metode *fuzzy Tsukamoto* dilakukan untuk menentukan optimum jumlah produksi tahu, penelitian tersebut memperoleh hasil produksi yang optimum dengan nilai kebenaran peramalan mencapai 98,91%. Muzayyanah Iklila (2014), yang menerapkan *fuzzy Tsukamoto* pada penentuan persediaan bahan baku yang digunakan untuk mendapatkan target market perusahaan. Berdasarkan permasalahan diatas, tujuan penelitian ini untuk mengetahui permintaan optimal dan berapa selisih perbandingan permintaan aktual dengan hasil *fuzzy* untuk permintaan minyak pelumas selanjutnya.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode *fuzzy tsukamoto*. Tahapan proses pelaksanaan penelitian untuk mencapai tujuan ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Alur penelitian



1. Melakukan studi lapangan mengenai data dan wawancara yang berhubungan langsung terhadap permasalahan pada penelitian dan studi literatur mengenai metode penelitian, minyak pelumas kapal pada, mesin silinder dan mesin generator kapal.
2. Pengumpulan data dilakukan dalam menyelesaikan masalah yang berhubungan dengan permasalahan yang diteliti, ada 2 data yang harus dilakukan yaitu data primer wawancara dan observasi dalam pengambilan data mengenai variabel suhu dan putaran yang terjadi dikapal untuk mengukur konsumsi minyak pelumas kapal. Data sekunder, informasi pengumpulan dari perusahaan seperti data konsumsi minyak pelumas kapal, data pembelian minyak pelumas, data persediaan minyak, data waktu berlayar kapal PK yang berhubungan langsung dengan minyak pelumas kapal. Dalam penelitian ini, informasi dari peneliti lain seperti jurnal dan buku juga diperlukan.
3. Pengolahan data primer dan sekunder yang dibutuhkan dalam sistem *fuzzy* sebagai berikut:
 - a. Konsumsi minyak pelumas (L)
 - b. Persediaan terakhir minyak pelumas (L)
 - c. Pembelian minyak pelumas (L)
 - d. putaran (rpm)
 - e. Waktu berlayar kapal PK (jam)
 - f. Harga pembelian minyak pelumas
 - g. Bobot Muatan (MT)
 - h. Jarak Berlayar (NM)

Pengolahan tersebut dilakukan untuk perhitungan lanjut mengenai perbandingan harga aktual dan harga dari optimalisasi menggunakan metode tsukamoto.

4. Perancangan sistem *fuzzy*

Melakukan sistem *fuzzy* tsukamoto dilakukan penelitian 2 mesin yaitu ME silinder dan AE sistem yang dilakukan dalam sistem *fuzzy* 1 tahap untuk memperoleh *output* waktu berlayar yang optimal. Menggunakan *Input* variabel bobot muatan, putaran mesin. Selanjutnya *output* dari waktu berlayar, sebagai *input* variabel untuk memperoleh *output* konsumsi minyak pelumas yang optimal pada sistem 2. Pada sistem 3 dilakukan *input*



variabel konsumsi dan persediaan minyak pelumas untuk menghasilkan *output* permintaan minyak pelumas yang dibutuhkan.

5. Melakukan uji peramalan akurasi perkiraan (prediksi) pada metode peramalan. Pengukuran dengan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dengan uji peramalan kurang dari 10%.
6. Menentukan Optimasi permintaan Pelumas memperoleh hasil data estimasi persediaan akhir minyak pelumas kapal, kemudian dilakukan penentuan hasil optimasi permintaan
7. Melakukan perbandingan harga hasil dari sistem *fuzzy* dan data aktual perusahaan.
8. Memberikan Rekomendasi jumlah permintaan minyak pelumas yang optimum dalam satu trip.
9. Kesimpulan dan saran

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menurut Sri Kusumadewi (2005) Logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang *input* kedalam suatu ruang *output*. Untuk memahami logika *fuzzy*, sebelumnya perhatikan dahulu tentang konsep himpunan *fuzzy*, himpunan *fuzzy* memiliki 2 atribut:

- a. Linguistik yaitu nama suatu kelompok yang mewakili suatu keadaan tertentu dengan menggunakan Bahasa alami, misalnya dingin, sejuk, panas mewakili variabel temperatur.
- b. Numeris yaitu suatu nilai yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel, misalnya 10,35,40 dan sebagainya.

Disamping itu ada beberapa hal yang harus dipahami dalam memahami logika *fuzzy* yaitu:

- a. Variabel *fuzzy* yaitu variabel yang akan dibahas dalam suatu sistem *fuzzy* contoh: penghasilan, temperatur, permintaan, umur dan sebagainya.
- b. Himpunan *fuzzy* yaitu suatu kelompok yang mewakili suatu keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*. Misalnya dingin, sejuk, panas mewakili variabel temperatur.
- c. Semesta pembicaraan yaitu seluruh nilai yang diizinkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*.

d. Domain himpunan *fuzzy* yaitu seluruh nilai yang diizinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*.

Menurut Maryaningsih, dkk (2013) Metode logika *fuzzy* tsukamoto yaitu setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk *IF-Then* harus direpresentasikan dengan suatu himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya *output* hasil inferensi dari setiap aturan diberikan secara tegas *crisp* berdasarkan α -predikat (*fire strength*). Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata berbobot. Secara umum, model *fuzzy* Tsukamoto adalah (Sutojo, dkk, 2010) :

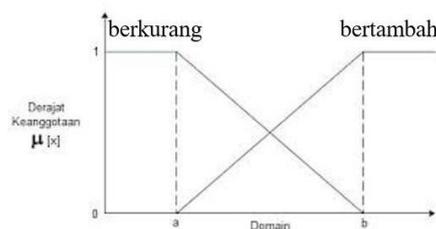
$$\text{If } (X \text{ is } A) \text{ and } (Y \text{ is } B) \text{ Then } (Z \text{ is } C)$$

Fungsi keanggotaan adalah suatu grafik yang mewakili besar dari derajat keanggotaan masing-masing variabel *input* yang berada dalam interval antara 0 dan 1. Contoh gambar 1, ada 2 himpunan *fuzzy* yaitu berkurang dan bertambah dengan fungsi keanggotaan memiliki persamaan fungsi sebagai berikut:

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

$$\mu_{P_{bertambah}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \quad (2)$$

Pada rumus diatas merupakan pencarian nilai fungsi keanggotaan dengan hasil gambar seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. representasi kurva

Analisis Logika *fuzzy* pada metode *fuzzy* tsukamoto, fungsi implikasi yang digunakan adalah fungsi implikasi min, yang artinya mengambil nilai keanggotaan yang terkecil antar elemen pada himpunan *fuzzy* yang bersangkutan.



$$\alpha - \text{predikat} = \mu P_{\text{berkurang}} \cap \mu P_{\text{bertambah}} \quad (3)$$

Selanjutnya menggunakan metode rata-rata terpusat untuk rata-rata berbobot sebagai berikut:

$$z = \frac{\alpha \text{pred}_1 * z_1 + \alpha \text{pred}_2 * z_2 + \alpha \text{pred}_3 * z_3 + \alpha \text{pred}_4 * z_4}{\alpha \text{pred}_1 + \alpha \text{pred}_2 + \alpha \text{pred}_3 + \alpha \text{pred}_4} \quad (4)$$

Fuzzyfikasi

Langkah pertama yaitu melakukan fuzzyfikasi bertujuan untuk mengolah data informasi dari perusahaan seperti jumlah konsumsi minyak pelumas, jumlah persediaan akhir menjadi *fuzzy* (variabel linguistik) yang biasanya disajikan dalam bentuk himpunan-himpunan *fuzzy* dengan suatu fungsi keanggotaannya masing-masing. Fuzzyfikasi. Pada sistem 3 dilakukan beberapa variabel dalam menentukan permintaan minyak pelumas mesin ME silinder dan AE sistem terlihat pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1.

Himpunan *Fuzzy* ME Silinder

Fungsi	Variabel	Semesta Pembicaraan	Himpunan Fuzzy	Domain
Input	Konsumsi Minyak Pelumas (ME silinder)	[1668 Liter – 2460 Liter]	Sedikit	(1668, 2460)
			Banyak	
Input	Persediaan Akhir Minyak Pelumas (ME silinder)	[600 Liter – 3800 Liter]	Sedikit	(600, 3800)
			Banyak	
Output	Permintaan Akhir Minyak Pelumas (ME Silinder)	[1463 Liter – 4598 Liter]	Sedikit	(1463, 4598)
			Banyak	

Sumber: Data Perusahaan 2020

Tabel 2

Himpunan *Fuzzy* Mesin AE Sistem

Fungsi	Variabel	Semesta Pembicaraan	Himpunan Fuzzy	Domain
Input	Konsumsi	Sedikit	[500 Liter- 1606 Liter]	[500 - 1606]

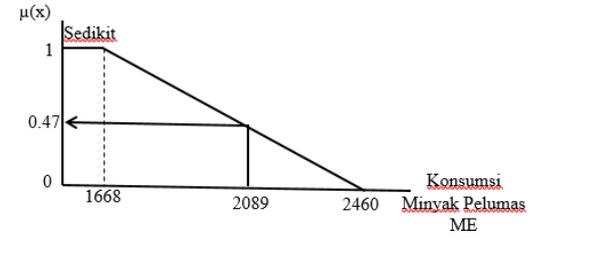
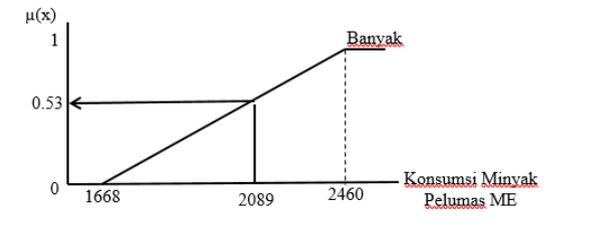
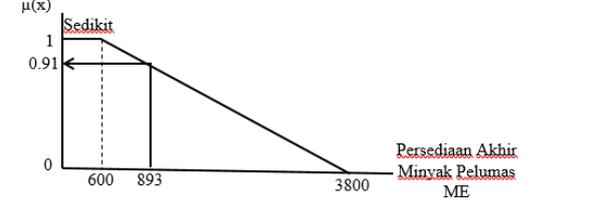
	Minyak Pelumas (AE Sistem)	Banyak		
	Persediaan Akhir Minyak Pelumas (AE Sistem)	Sedikit	[1000 Liter – 3800 Liter]	[1000 – 3800]
		Banyak		
Output	Permintaan Minyak Pelumas (AE Sistem)	Sedikit	[209 Liter- 2090 Liter]	[209- 2090]
		Banyak		

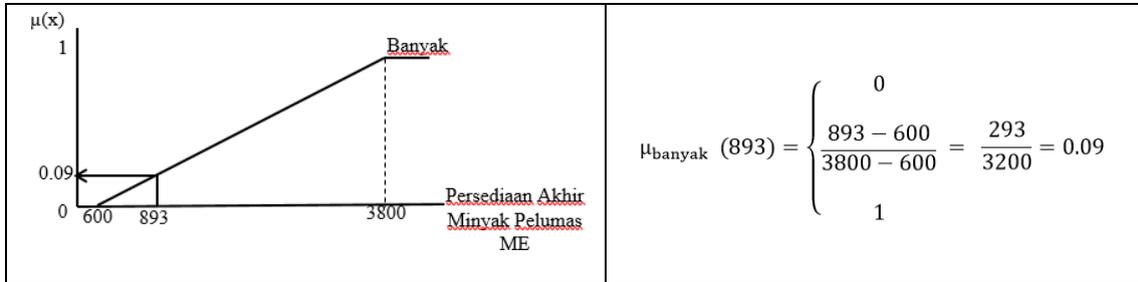
Sumber: Data Perusahaan 2020

Setelah melakukan pembentukan himpunan *fuzzy* pada setiap variabel dilakukan perhitungan untuk masing –masing fungsi keanggotaan per variabel. Simbol $\mu(x)$ adalah nilai fungsi keanggotaan himpunan masing-masing. Berikut contoh 1 data hasil perhitungan fungsi keanggotaan ME Silinder Tabel 3 dan AE Sistem Tabel 4.

Tabel 3

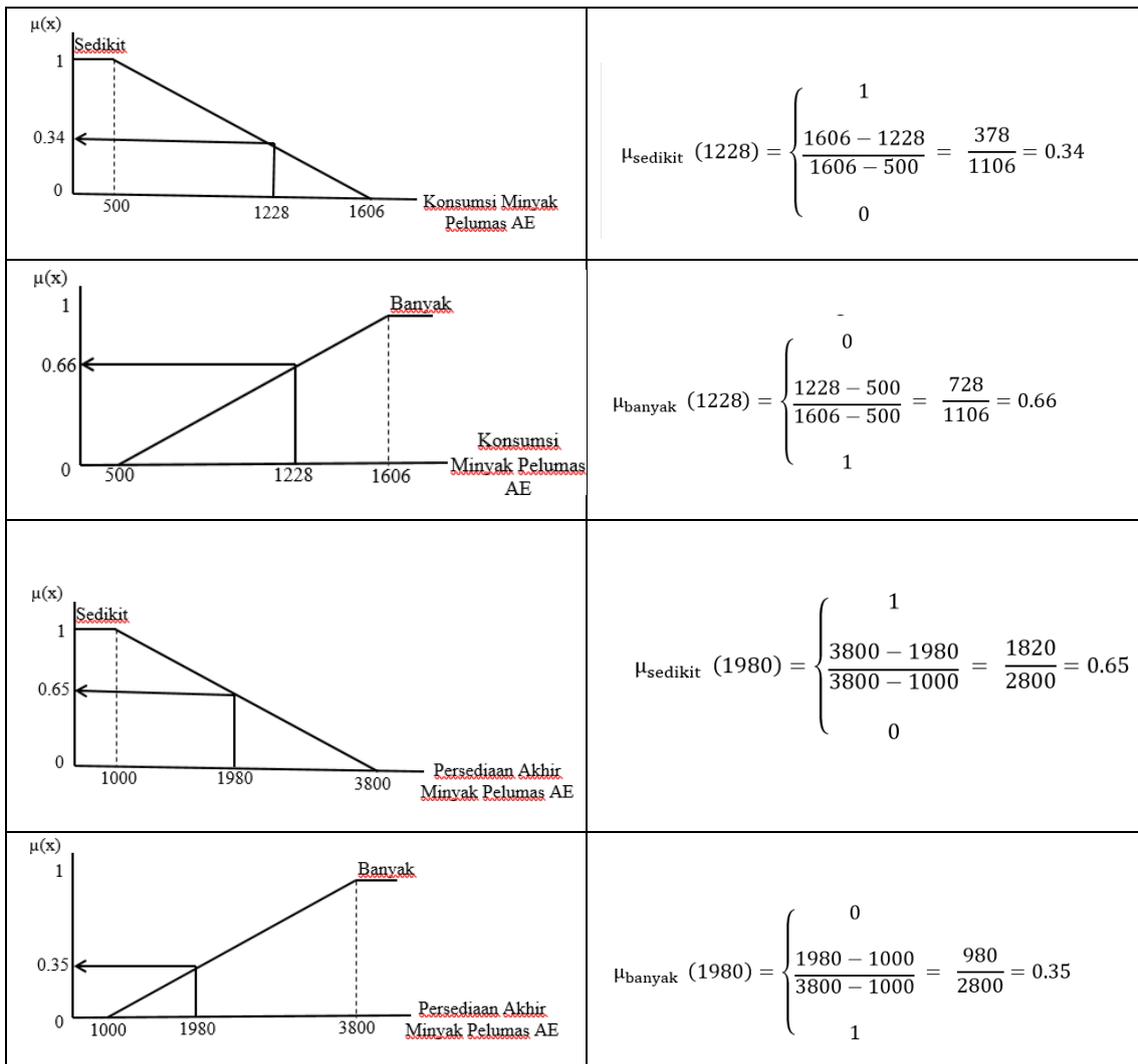
Fungsi Keanggotaan ME Silinder

	$\mu_{\text{sedikit}}(2089) = \begin{cases} 1 & \text{if } x \leq 1668 \\ \frac{2460 - 2089}{2460 - 1668} = \frac{371}{792} = 0.47 & \text{if } 1668 < x < 2460 \\ 0 & \text{if } x \geq 2460 \end{cases}$
	$\mu_{\text{banyak}}(2089) = \begin{cases} 0 & \text{if } x \leq 1668 \\ \frac{2089 - 1668}{2460 - 1668} = \frac{421}{792} = 0.53 & \text{if } 1668 < x < 2460 \\ 1 & \text{if } x \geq 2460 \end{cases}$
	$\mu_{\text{sedikit}}(893) = \begin{cases} 1 & \text{if } x \leq 600 \\ \frac{3800 - 893}{3800 - 600} = \frac{2907}{3200} = 0.91 & \text{if } 600 < x < 3800 \\ 0 & \text{if } x \geq 3800 \end{cases}$



Tabel 4

Fungsi Keanggotaan AE Sistem



Aturan Fuzzy

Aturan atau *rule fuzzy* digunakan dalam sistem logika *fuzzy* untuk menentukan *output* berdasarkan nilai variabel *input*. Daftar aturan-aturan (*rule*) yang dibangun didalam sistem pada perhitungan permintaan minyak pelumas mesin ME silinder dan AE sistem terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5
 Aturan Fuzzy Mesin ME dan AE

Aturan	Antisiden	Konsumsi minyak pelumas	Operasi	Persediaan Akhir Minyak Pelumas	Konsekuensi	Permintaan Minyak Pelumas
R1	<i>IF</i>	Banyak	<i>And</i>	Sedikit	<i>THEN</i>	Banyak
R2	<i>IF</i>	Banyak	<i>And</i>	Banyak	<i>THEN</i>	Sedikit
R3	<i>IF</i>	Sedikit	<i>And</i>	Sedikit	<i>THEN</i>	Banyak
R4	<i>IF</i>	Sedikit	<i>And</i>	Banyak	<i>THEN</i>	Sedikit

Sumber: Pengolahan Data, 2020

Selanjutnya dari data perhitungan fungsi keanggotaan, dilakukan untuk mendapat nilai α -predikat untuk tiap *rule*..sebagai berikut:

R1 if konsumsi ME Banyak and Persediaan Akhir sedikit then permintaan banyak

Atribut R1 pada variabel konsumsi ME banyak 2089 liter memiliki $\mu(x)$ dengan nilai 0,53. Sedangkan pada variabel persediaan akhir sedikit 893 liter memiliki $\mu(x)$ dengan nilai 0,91 terlihat pada Tabel 3 berikut rumus α -predikat pada persamaan (2.7)

$$\alpha\text{-predikat} = \min (\mu \text{ konsumsi banyak} \cap \mu \text{ persediaan akhir sedikit})$$

$$= \min (0,53; 0,91)$$

$$= 0,53$$

Setelah menemukan α -predikat dilakukan perhitungan nilai *output*, jika himpunan *fuzzy* permintaan minyak pelumas banyak, maka menggunakan rumus persamaan (2), untuk mengetahui nilai z_1 .

Selanjutnya dengan langkah-langkah yang sama akan diperoleh pada aturan R2 sampai R4. Kemudian untuk mendapatkan nilai defuzzyfikasi dilakukan persamaan rata-rata terpusat sebagai berikut:



$$z = \frac{\alpha \text{ pred}_1 * z_1 + \alpha \text{ pred}_2 * z_2 + \alpha \text{ pred}_3 * z_3 + \alpha \text{ pred}_4 * z_4}{\alpha \text{ pred}_1 + \alpha \text{ pred}_2 + \alpha \text{ pred}_3 + \alpha \text{ pred}_4}$$

$$z = \frac{0.53 * 1981 + 0.09 * 3252 + 0.47 * 1781 + 0.09 * 3252}{0.53 + 0.09 + 0.47 + 0.09}$$
$$z = \frac{2472,36}{1,18} = 2095 \text{ Liter}$$

Maka diperoleh permintaan minyak pelumas mesin ME silinder 2095 liter. Untuk data – data selanjutnya menggunakan cara yang sama untuk memperoleh hasil permintaan minyak pelumas yang optimal.

Hasil Perhitungan Sistem *Fuzzy* Mesin ME Silinder dan AE Sistem

Perhitungan permintaan minyak pelumas ME dari pengaruh dari kebutuhan permintaan yaitu banyaknya konsumsi minyak pelumas dan jumlah persediaan akhir minyak pelumas setelah melakukan pelayaran. Terlihat Pada Tabel 6.

Tabel 6

Hasil Sistem *Fuzzy* Mesin ME Silinder

Konsumsi Minyak Pelumas Mesin ME	Persediaan Akhir Mesin ME	Permintaan Minyak Pelumas ME	Permintaan Minyak Pelumas ME (Hasil <i>Fuzzy</i> Tsukamoto)
2089 liter	893 liter	2299 liter	2095 liter
2088 liter	900 liter	2090 liter	2100 liter
2096 liter	1047 liter	2508 liter	2152 liter
2088 liter	1000 liter	2299 liter	2136 liter
2093 liter	870 liter	2090 liter	2089 liter
2098 liter	3800 liter	1881 liter	1868 liter
2098 liter	3060 liter	1881 liter	1588 liter
2098 liter	600 liter	2090 liter	1893 liter
2089 liter	1340 liter	2299 liter	2169 liter
2087 liter	1000 liter	2299 liter	2136 liter
2086 liter	1140 liter	2299 liter	2164 liter
2098 liter	1170 liter	2299 liter	2173 liter
2098 liter	978 liter	2508 liter	2135 liter
Jumlah		29191 liter	26703 liter



Konsumsi Minyak Pelumas Mesin ME	Persediaan Akhir Mesin ME	Permintaan Minyak Pelumas ME	Permintaan Minyak Pelumas ME (Hasil <i>Fuzzy</i> Tsukamoto)
Selisih Perbnadingan			2139 Liter

Sumber: Pengolahan Data 2022

Perhitungan selisih dari hasil jumlah aktual yaitu 29191 liter dikurangi jumlah hasil perhitungan metode *fuzzy* dengan nilai 26703 liter yaitu memiliki selisih nilai 2139 liter. Pada permintaan per trip yaitu dilakukan 2054 Liter. Hal ini terdapat penghematan pembelian minyak pelumas pada mesin ME yaitu Rp. 80.837.330.

Pengaruh dari kebutuhan permintaan yaitu banyaknya konsumsi minyak pelumas dan jumlah persediaan akhir minyak pelumas setelah melakukan pelayaran. Setelah melakukan perhitungan terhadap permintaan minyak pelumas mesin AE, maka diperoleh hasil perhitungan *fuzzy* tsukamoto pada Tabel 7

Tabel 7

Hasil Perhitungan Sistem *Fuzzy* Mesin AE Sistem

Konsumsi Minyak Pelumas Mesin AE	Persediaan Akhir Mesin AE	Permintaan Minyak Pelumas AE	Permintaan Minyak Pelumas AE (Hasil <i>Fuzzy</i> Tsukamoto)
1228 liter	1980 liter	1321 liter	1434 liter
1223 liter	1060 liter	1609 liter	1271 liter
1235 liter	1546 liter	1532 liter	1383 liter
1228 liter	1880 liter	1421 liter	1342 liter
1228 liter	1370 liter	1435 liter	1368 liter
1238 liter	1043 liter	1438 liter	1278 liter
1238 liter	1056 liter	1342 liter	1285 liter
1238 liter	2220 liter	1328 liter	1222 liter
1228 liter	2219 liter	1432 liter	1221 liter
1291 liter	2583 liter	1089 liter	1071 liter
1225 liter	2563 liter	1218 liter	1084 liter
1238 liter	1881 liter	1548 liter	1348 liter
1238 liter	1588 liter	1547 liter	1384 liter



Konsumsi Minyak Pelumas Mesin AE	Persediaan Akhir Mesin AE	Permintaan Minyak Pelumas AE	Permintaan Minyak Pelumas AE (Hasil Fuzzy Tsukamoto)
Jumlah		18260 liter	16698 liter
Selisih Perbandingan			1562 Liter

Sumber: Pengolahan Data 2022

Perhitungan selisih dari hasil jumlah aktual yaitu 18260 Liter dikurangi jumlah hasil perhitungan metode *fuzzy* dengan nilai 16698 Liter yaitu memiliki nilai 1562 liter. Pada permintaan per trip yaitu dilakukan 1284 Liter. Hal ini terdapat penghematan pembelian minyak pelumas pada mesin AE yaitu Rp. 53.065.812,95.

Perhitungan MAPE Mesin ME Silinder dan Mesin AE Sistem

Berikut merupakan data akurasi permintaan minyak pelumas menggunakan perhitungan MAPE terlihat pada Tabel 8 dan Tabel 9

Tabel 8

Mean Absolute Percentage Error ME Silinder

No.	Permintaan Minyak Pelumas (Liter)		$\frac{ A_i - F_i }{A_i} \times 100\%$
	Aktual (A_i)	Fuzzy Tsukamoto (F_i)	
1.	2299 liter	2095 liter	8,87342
2.	2090 liter	2100 liter	0,5172
3.	2508 liter	2152 liter	14,1745
4.	2299 liter	2136 liter	7,05277
5.	2090 liter	2089 liter	0,03023
6.	1881 liter	1868 liter	0,66686
7.	1881 liter	1588 liter	15,5614
8.	2090 liter	1893 liter	9,40347
9.	2299 liter	2169 liter	5,62852
10.	2299 liter	2136 liter	7,07028
11.	2299 liter	2164 liter	5,85402
12.	2299 liter	2173 liter	5,47917
13.	2508 liter	2135 liter	14,8671
	MAPE		7,32146%

Sumber: Pengolahan Data, 2022

Dapat dilihat bahwa yang dihasilkan oleh setiap data berbeda-beda. Sebagian besar berada di bawah nilai 10%. Namun ada salah satu data yang memperoleh nilai diatas 10%. Meskipun demikian, nilai rata-rata MAPE yang didapatkan sebesar 7,3%, atau dikatakan masih dibawah nilai 10% yang artinya hasil peramalan sangat akurat.

Perhitungan MAPE AE Sistem

MAPE termasuk alat ukur ketepatan model peramalan yang paling sering digunakan, karena nilai MAPE lebih mudah diinterpretasikan. Berikut merupakan data permintaan minyak pelumas AE terlihat pada Tabel 9.

Tabel 9
 Perhitungan MAPE AE Sistem

No.	Permintaan Minyak Pelumas (Liter)		$\frac{ A_i - F_i }{A_i} \times 100\%$
	Aktual (A_i)	Fuzzy Tsukamoto (F_i)	
1.	1321 liter	1434 liter	8,55413
2.	1609 liter	1271 liter	20,962
3.	1532 liter	1383 liter	9,67649
4.	1421 liter	1342 liter	5,54808
5.	1435 liter	1368 liter	4,62441
6.	1438 liter	1278 liter	11,0719
7.	1342 liter	1285 liter	4,21497
8.	1328 liter	1222 liter	7,97399
9.	1432 liter	1221 liter	14,684
10.	1089 liter	1071 liter	1,63661
11.	1218 liter	1084 liter	10,9469
12.	1548 liter	1348 liter	12,8704
13.	1547 liter	1384 liter	10,474
	MAPE		9,4798%

Sumber: Pengolahan Data 2022

Sebagian besar berada di bawah nilai 10%. Namun ada salah satu data yang memperoleh nilai diatas 10%. Meskipun demikian, nilai rata-rata MAPE yang didapatkan sebesar 9,4798%, atau dikatakan masih dibawah nilai 10% yang artinya hasil peramalan sangat akurat.



SIMPULAN

1. Permintaan optimal minyak pelumas per trip dilakukan pada mesin ME silinder 2054 liter dengan nilai keakuratan peramalan 7,3%, sedangkan pada mesin AE Sistem jumlah permintaan 1284 liter dengan hasil peramalan 9,5% yang keduanya dikatakan hasil akurat.
2. Selisih perbandingan mesin ME silinder 2139 liter dengan menghemat biaya Rp. 80.837.330. Sedangkan pada mesin AE memiliki selisih 1562 liter yang menghemat harga Rp. 53.065.812,95.
3. Bagi penelitian selanjutnya mengkaji ulang faktor-faktor yang berpengaruh terhadap permintaan minyak pelumas, dengan menambah variabel *input* dalam perancangan sistem *fuzzy*, agar *output* yang dihasilkan sangat akurat. Faktor yang bisa mempengaruhi kebutuhan minyak pelumas yaitu, suhu mesin, uji viskositas minyak pelumas.

DAFTAR PUSTAKA

LO, O. (2014). *Efisiensi biaya produksi dan daya saing komoditi perikanan laut di pasar lokal dan pasar ekspor*. Jurnal Bisnis Perikanan, 1 (1):39-50.

Muhandhis, R. d. (2021). *Implementasi metode inferensi fuzzy tsukamoto unruk memprediksi curah hujan dasarian di sumenep*. jurnal ilmiah edutic, Vol.8, No.1.

Arisandi M, D. d. (2012). *Analisa Pengaruh Bahan Dasar Pelumas Terhadap Viskositas Dan Konsumsi Bahan Bakar*. Jurnal Perikanan Kelautan, momentum 8 (1): 56-61.

Cox, (1994). *The Fuzzy Systems Handbook (A Prscitioner's Guide to Building, Using, and Maintaining Fuzzy Systems)*. Massachusetts: Academic Press, Inc.

Saputra, S. S. (2011). *Produktivitas dan kelayakan usaha tuna longliner di kabupaten cilacap, Jawa Tengah*. jurnal Saintek Perikanan, 6 (2): 84-91.

Sri Kusumadewi, H. P. (2005). *Aplikasi Logika Fuzzy untuk pendukung keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Basriati, S. (2020). *Penerapan metode logika Fuzzy tsukamoto dalam menentukan jumlah produksi tahu*. Jurnal Sains dan Teknologi Industri.



Muzayyanah Iklila, M. W. (2014). *Penentuan persediaan bahan baku dan membantu target marketing industri dengan metode fuzzy inference sistem Tsukamoto*. Jurnal teknologi informasi dan ilmu komputer.