

**PERENCANAAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU ASAM *PHOSPATE* DENGAN  
KENDALA KETERBATASAN KAPASITAS GUDANG MENGGUNAKAN METODE  
*FUZZY ECONOMIC ORDER QUANTITY* DI PT. XYZ**

Aditiya Pradana Putra<sup>(1)</sup>, Said Salim Dahda<sup>(2)</sup>, Dzakiyah Widyaningrum<sup>(3)</sup>  
Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Gresik  
Email : [adputra000@gmail.com](mailto:adputra000@gmail.com)

**ABSTRAK**

PT. XYZ mempunyai produksi utama yaitu asam fosfat. Pembuatan asam fosfat memerlukan 3 bahan baku utama yaitu asam sulfat, *phospate rock*, dan *Anti foam*. Pentingnya bahan baku dalam proses produksi membuat perusahaan memesan bahan baku dalam jumlah besar mengakibatkan menumpuknya stok bahan baku pada akhir bulan dan melebihi kapasitas dari gudang.

*Fuzzy Economic Order Quantity with Limitation Storage* yang merupakan metode penentuan ukuran pemesanan yang ekonomis dalam keadaan *fuzzy* menggunakan aturan aritmetika fuzzy untuk menghasilkan himpunan fungsi keanggotaan ukuran pemesanan dan biaya persediaan. Dengan menggunakan metode *centroid* untuk proses *deffuzzifikasi* dihasilkan ukuran pemesanan yang optimal dengan biaya persediaan yang minimal. Kuantitas pemesanan bahan baku dan ROP (*Reorder Point*) yang optimal untuk masing-masing bahan baku sebesar 3,808 MT dan ROP 8,309 MT atau 7 hari untuk asam sulfat, 26,311 MT dan ROP 26,865 MT atau 14 hari untuk *Phospate rock* dan 32,054 MT dengan ROP 24,519 MT atau 30 hari untuk *Anti foam*.

Besarnya biaya persediaan yang harus ditanggung oleh perusahaan sebesar Rp. 226,179,551 per bulan. Biaya total persediaan tersebut adalah hasil yang paling kecil jika dibandingkan dengan perhitungan menggunakan nilai tengah *fuzzy* permintaan sebesar Rp. 226,219,810 dan kondisi yang saat ini terjadi di mana rata-rata menghasilkan Rp. 398,521,926. Sehingga rata-rata penghematan per bulan yang dapat dihasilkan jika menggunakan *fuzzy EOQ* adalah Rp.172,076,517

Kata Kunci : *Fuzzy Economic Order Quantity with Limitation Storage*, *deffuzzifikasi*, metode *centroid*, *Fuzzy*

## 1. PENDAHULUAN

PT. XYZ mempunyai 3 produk yang dihasilkan yaitu Asam Fosfat, Asam Sulfat dan *Purified Gypsum*. Asam Fosfat adalah produksi utama perusahaan yang digunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan pupuk di PT. X.

Pentingnya bahan baku dalam proses produksi membuat perusahaan memesan bahan baku dalam jumlah besar sehingga mengakibatkan menumpuknya stok bahan baku pada akhir bulan, dan bahkan sampai beberapa bulan melebihi stok kapasitas gudang, sehingga terpaksa diletakkan di luar gudang dan dikhawatirkan dapat menurunkan kualitas bahan baku.

Selain dari kapasitas gudang, kebutuhan bahan baku yang naik turun (*fluktuatif*) mengakibatkan perusahaan kesulitan menemukan berapa jumlah pemesanan ekonomis sehingga beberapa kali terjadi kelebihan atau kekurangan stok. Adapun jenis pengendalian yang sudah dilakukan oleh PT. XYZ adalah metode *min-max* yaitu perusahaan melakukan pemesanan kembali saat baku menyentuh ROP (*Reorder Point*).

Untuk gudang penyimpanan bahan baku sendiri ada 2 yaitu tangki penyimpanan asam sulfat dengan kapasitas 60.000 matriks ton (MT) dan gudang bahan baku lainnya (*Phosphate Rock* dan *Anti foam*) dengan kapasitas 80.000 matriks ton (MT). Adapun data penggunaan bahan baku, pembelian, dan kondisi penyimpanan bahan baku di PT. XYZ

tahun 2018 dapat dilihat pada tabel 1.1,1.2, dan 1.3.

Tabel 1.1 Data kebutuhan (pemakaian) bahan baku Asam Fosfat PT. XYZ tahun 2018

Month	Raw Material Yang Digunakan		
	Phosphate Rock	Sulphur Acid	Defoaming Agent (F-Strike)
	MT	MT	MT
January	77,727	48,255	26,759
February	64,038	29,150	22,797
March	36,340	20,786	22,697
April	49,147	40,217	21,957
May	62,345	22,636	22,506
June	51,054	25,495	34,329
July	61,465	39,974	24,316
August	56,834	46,356	13,985
September	69,557	59,740	25,318
October	42,872	38,100	58,433
November	58,194	30,028	14,736
December	61,231	26,581	14,397
<b>Total</b>	<b>690,804</b>	<b>427,318</b>	<b>302,237</b>

(Sumber : PT. XYZ)

Tabel 1.2 Pembelian bahan baku PT.XYZ tahun 2018

Bulan	Bahan Baku								
	Phosphate Rock	Frek	Jumlah	Sulphur Acid	Frek	Jumlah	Defoaming Agent (F-Strike)	Frek	Jumlah
	MT	-		MT	-		MT	-	
January	4,630	10	46,300	16,621	3	49,863	22,108	1	22,108
February	4,428	10	44,280	11,961	4	47,843	10,534	1	10,534
March	5,050	9	45,450	11,907	2	23,814			
April	6,509	10	65,090	11,009	4	44,035			
May	12,838	1	12,838	10,378	2	20,755			
June	8,424	7	58,968	15,663	3	46,988	18,024	1	18,024
July	5,107	15	76,605	15,385	3	46,754	19,040	1	19,040
August	6,768	8	54,144	25,624	2	51,248			
September	6,550	12	78,600	10,073	6	60,439	11,004	1	11,004
October	8,048	11	88,528	12,812	3	38,436	31,088	1	31,088
November	6,214	7	43,498	22,978	2	45,955			
December				25,001	2	50,001			
<b>Total</b>		<b>100</b>	<b>614,301</b>		<b>36</b>	<b>526,131</b>		<b>6</b>	<b>111,800</b>

Tabel 1.3 Kondisi kapasitas gudang bahan baku tahun 2018

Bulan	Persediaan Awal Bulan + Pembelian (MT)		Total	Kapasitas	Status
	Phosphate Rock	Anti Foam			
January	119,372	27,048.62	146,421	80,000	Kurang
February	100,733	25,684.88	126,418	80,000	Kurang
March	78,259	23,435.23	101,694	80,000	Kurang
April	114,844	21,985.99	136,830	80,000	Kurang
May	96,177	23,040.21	119,217	80,000	Kurang
June	92,604	36,822.60	129,427	80,000	Kurang
July	97,386	26,096.80	123,483	80,000	Kurang
August	85,016	14,013.25	99,029	80,000	Kurang
September	104,749	27,634.07	132,383	80,000	Kurang
October	128,255	58,723.72	186,979	80,000	Kurang
November	129,807	14,797.87	142,605	80,000	Kurang
December	71,612	14,449.54	83,062	80,000	Kurang
<b>Total</b>	<b>1,218,814</b>	<b>313,733</b>			

(Sumber : PT. XYZ)

Pada tabel 1.3. dapat dilihat bahwa data kebutuhan bahan baku yang digunakan mengalami *fluktuasi* karena ketidakpastian jumlah pembelian bahan baku. Dikarenakan ketidakpastian yang terjadi pada pemesanan bahan baku, maka diperlukan model penentuan jumlah pemesanan yang optimal. Menurut Syed dan Azis dalam (Efendi, 2015) bahwa ketidakpastian permintaan yang terjadi seperti di (tabel 1.3) di mana fluktuasi permintaan akan sulit dioptimalkan untuk didekati dengan teori probabilitas akan lebih mudah didekati dengan teori himpunan *fuzzy*, sehingga biaya persediaan yang timbul dapat ditekan dan tidak terdapat kekurangan persediaan.

*Fuzzy* sendiri menurut Zadeh dalam (Sulistiawan & Pribadi, 2017) merupakan suatu

kerangka pemikiran untuk menganggap parameter-parameter yang tidak atau kurang jelas didefinisikan atau nilainya tidak tepat atau ditentukan secara subyektif. Model *fuzzy* sendiri merupakan model nilai yang diharapkan untuk menemukan kuantitas pesanan ekonomi yang optimal, yang akan meminimalkan nilai fuzzy yang diharapkan dari total biaya, sehingga kredibilitas total biaya tidak melebihi tingkat anggaran tertentu (Samal & Pratihar, 2014). Angka *fuzzy* yang paling umum digunakan adalah angka *fuzzy* segitiga dan trapesium (Liu, 2008). Maka digunakan teori himpunan *fuzzy* representasi kurva *triangular* atau bisa disebut *triangular fuzzy number*. Menurut (Dahdah, 2009), jika perusahaan tidak mempunyai data yang cukup untuk menentukan variabel permintaan, untuk mengatasi ketidakpastian variabel yang mempunyai pola tersebut digunakan angka *fuzzy* untuk membantu mengatasi permasalahan tersebut sehingga memunculkan model *fuzzy* untuk penentuan ukuran pemesanan yang ekonomis atau yang dikenal dengan *Fuzzy Economic Order Quantity*.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### Model Statis EOQ

Tujuan model ini adalah untuk menentukan jumlah (Q) setiap kali pemesanan (EOQ) sehingga meminimasi biaya total persediaan dimana:

$$Q = \sqrt{\frac{2CrD}{ch}}$$

Keterangan:

D = jumlah permintaan per periode (unit)

Ch = biaya simpan per periode (Rp/unit/periode)  
 Cr = biaya pemesanan per periode (Rp/pesan)  
 Q = kuantitas pemesanan yang optimal (unit)  
 P = harga satuan unit (Rp/unit)  
 I = biaya simpan dalam persentase persediaan (%)

### Model Statis EOQ Banyak Item dengan Keterbatasan Gudang

Model ini membahas sistem persediaan yang melibatkan banyak jenis barang ( $n > 1$ ) dimana barang-barang tersebut akan disimpan pada sebuah gudang yang luas ruangnya terbatas.

Langkah pertama kita adalah memeriksa apakah fungsi pembatas aktif dengan cara menguji apakah nilai bukan pembatas, yaitu:

$$Q_i^{optimal} = \sqrt{\frac{2D_i k_i}{h_i}}$$

Memenuhi pembatas luas gudang (A). Jika ‘ya’, maka fungsi pembatas tersebut diabaikan. Jika ‘tidak’, maka fungsi pembatas harus berlaku (aktif) dimana nilai optimal yang baru dari Q ( $Q_i$ ) harus dicari sehingga memenuhi pembatas gudang, demikian juga kebalikannya

### FUZZY

Ada beberapa definisi Fuzzy untuk membentuk Fuzzy EOQ (Dahdah, 2009).

#### Definisi 1.

Sebuah himpunan fuzzy  $r$  didefinisikan sebagai fungsi keanggotaan dari  $\mu_r(r)$  yang mana memetakan masing-masing dan setiap

elemen dari  $R$  ke rentang antara 0 sampai 1, atau dapat dituliskan dengan  $\mu_r(r) \rightarrow [0, 1]$  Dimana  $R$  adalah himpunan universal. Diartikan secara sederhana, Himpunan fuzzy adalah himpunan yang tidak mempunyai batasan secara tegas. Disisi yang lain, Sebuah himpunan fuzzy adalah himpunan yang memiliki elemen dengan karakteristik seperti pada fungsi keanggotaan diatas.

#### Definisi 2.

Bilangan Fuzzy  $r$  adalah sebuah himpunan fuzzy yang didefinisikan dalam  $R$  yang mempunyai tingkat keanggotaan  $\mu_r(r)$ , dimana  $r \in R$  dengan asumsi:

- Convex
- Normalized fuzzy set
- Piecewise Continuous

#### Definisi 3.

Misalkan  $r$  adalah bilangan fuzzy,  $a$ -cut dari  $r$  dinotasikan dengan  $r_a$  adalah himpunan bilangan nyata yang mana fungsi keanggotaan  $r$  tidak lebih kecil dari  $a$ . Dapat dituliskan dalam bentuk

$$\tilde{r}_a = \{r \mid \mu_{\tilde{r}}(r) \geq a, r \in R\}$$

#### Definisi 4.

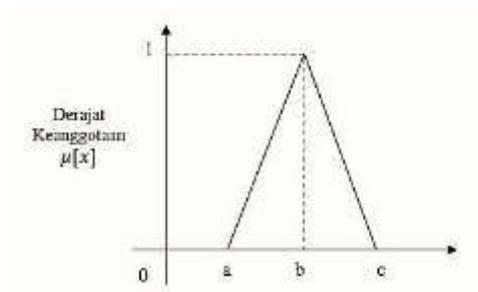
Support dari satu himpunan fuzzy adalah sebuah himpunan bagian bilangan crisp (tegas) dari himpunan dasar  $R$ . Dapat dituliskan dalam bentuk

$$Supp(\tilde{r}) = \{r \mid \mu_{\tilde{r}}(r) \geq 0, r \in R\}$$

Definisi 5.

Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan nilai data input (domain) ke nilai keanggotaannya dengan cara mendakati dengan suatu bentuk fungsi. Salah satu fungsi keanggotaan (kurva) adalah triangular/segitiga (triangular fuzzy number). Bentuk kurva ini seperti pada gambar, dimana  $r$  ditunjukkan dengan  $(a, b, c)$ , dimana  $a \leq b \leq c$  dan fungsi keanggotaan didefinisikan sebagai berikut:

$$\mu_{\tilde{r}}(r) = \begin{cases} 0 & x \leq a; x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a} & a \leq x \leq b \\ \frac{b-x}{c-b} & b \leq x \leq c \end{cases}$$



Dimana,  $a, b, c \in R$

Keterangan:

$a$  = nilai domain terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan nol

$b$  = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan satu

$c$  = nilai domain terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan nol

$r$  = nilai input yang akan di ubah ke dalam bilangan fuzzy

Definisi 6.

Dengan menggunakan konsep definisi 3, apabila diberikan koefisien confidence bilangan fuzzy segitiga akan didefinisikan sebagai himpunan dengan interval tertutup. Interval tersebut adalah

$$\tilde{r}a = (\tilde{r}_{a-L}; \tilde{r}_{a-U}) = \{a + a(b-a); c - a(c-b)\} \forall a \in [0,1]$$

Definisi 7.

Proses penegasan (de-fuzzifikasi) keluaran dari suatu aturan-aturan fuzzy merupakan domain himpunan fuzzy yang harus dapat dirubah menjadi bilangan tegas (crisp). Ada beberapa metode yang digunakan untuk proses defuzzifikasi salah satu yang digunakan pada metode ini adalah metode pusat gravitasi (*centre of gravity*) atau *centroid* yang merupakan metode yang paling terkenal dan efisien (Sinha dan Sarmah).  $r$  diubah menjadi bilangan tegas dengan rumusan

$$r = Defuzzikasi, \tilde{r} = \frac{\int_R r \cdot \mu_r(r) dr}{\int_R \mu_{\tilde{r}}(r) dr}$$

Dalam kaitan dengan penggunaan fuzzy pada penentuan ukuran pemesanan yang ekonomis, dengan variabel permintaan yang bersifat deterministik akan diubah menjadi fuzzy permintaan maka akan mengakibatkan berubahnya bentuk ukuran pemesanan yang ekonomis menjadi fuzzy ukuran pemesanan yang ekonomis  $Q^*$ . Rumusan akan berubah menjadi (Dahdah, 2009).

$$\tilde{Q}^* = \sqrt{\frac{2 \cdot c \cdot D}{h}}$$

Dimana  $D$  adalah bilangan fuzzy permintaan dengan fungsi keanggotaan merepresentasikan

kurva segitiga (*triangular*). Sebuah bilangan fuzzy  $\tilde{D}$  didefinisikan dengan support  $[D_i; D_U]$  dengan titik  $D_m$  merupakan maksimal derajat keanggotaan. Dimana  $\tilde{D} = [D_i; D_m; D_U]$  dan  $D_i; D_m; D_U \in R$ , dimana  $D_i$  adalah batas bawah permintaan,  $D_m$  adalah nilai tengah permintaan dan  $D_U$  adalah batas permintaan.

Derajat keanggotaan  $D_i$  dan  $D_U$  adalah 0 dan derajat keanggotaan  $D_m$  mencapai angka 1. Begitu halnya dengan biaya persediaan yang akan berubah menjadi

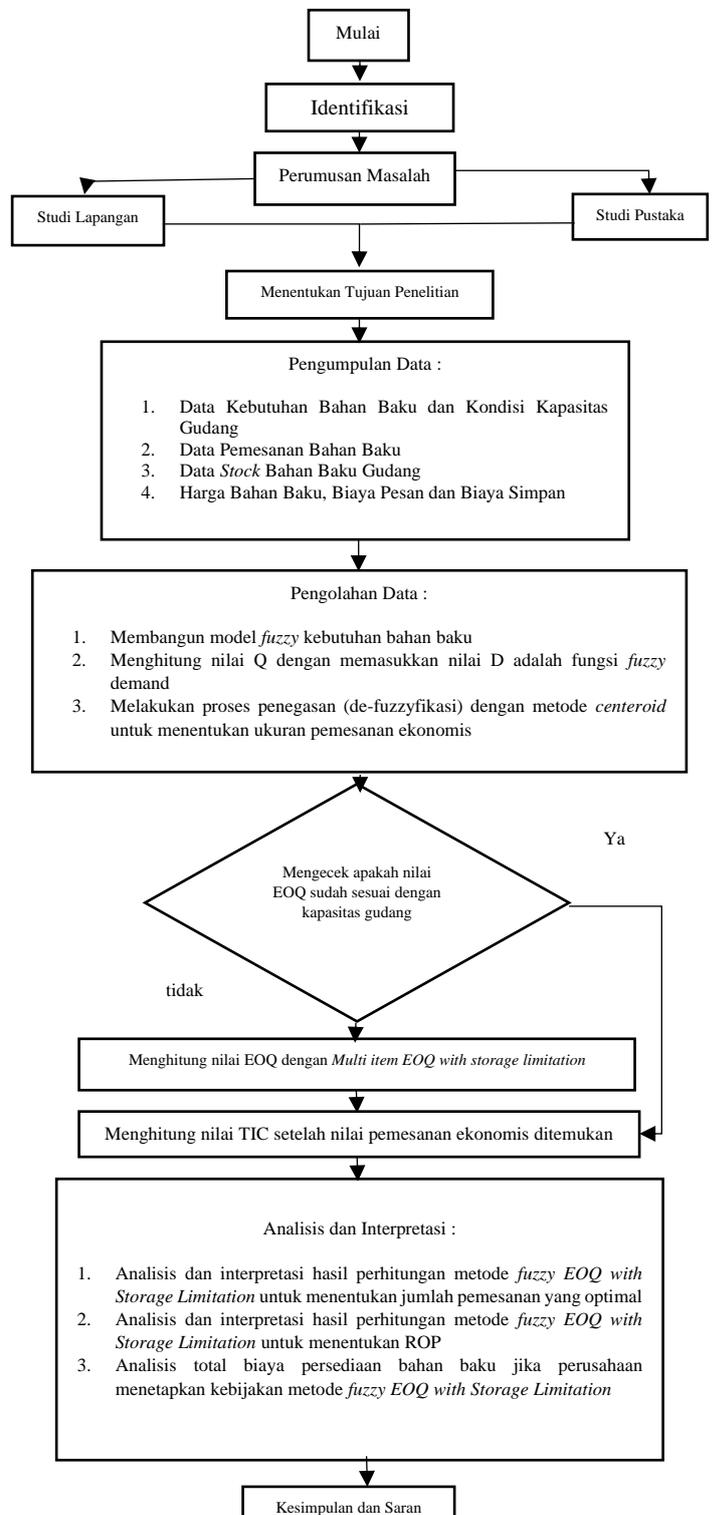
$$T\tilde{I}C = h \cdot \frac{Q}{2} + c \cdot \frac{\tilde{D}}{Q}$$

Jika ukuran pemesanan yang optimal tidak diikutkan dalam perhitungan maka didapat rumus;

$$T\tilde{I}C = \sqrt{2 \cdot h \cdot c \cdot \tilde{D}}$$

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi ini digambarkan tahap-tahap yang akan dilakukan dalam penelitian. Metode ini dimulai dari identifikasi masalah sampai dengan pengambilan kesimpulan akhir melalui diagram alir yang ditampilkan dibawah ini.



### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

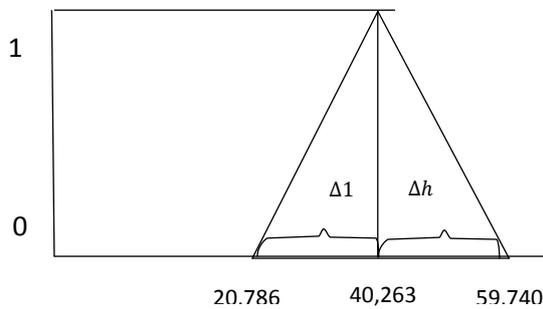
**Penentuan pemesanan yang optimal**

Diketahui bahwa rincian biaya pesan dan biaya simpan pada ke tiga bahan baku adalah:

Tabel 4.1 Biaya pesan dan simpan bahan baku

	Biaya Pesan	Biaya Simpan
Asam Sulfat	Rp. 1.170.916	1,08 %
Phospate rock	Rp. 462.586	
Anti foam	Rp. 7.089.990	

Derajat keanggotaan  $\mu_r(r)$



Dengan fungsi keanggotaan

$$\mu_r(r) = \begin{cases} 0 & x \leq 20,786; x \geq 59,740 \\ \frac{x - a}{b - a} & 20,786 \leq x \leq 40,263 \\ \frac{b - x}{c - b} & 40,263 \leq x \leq 59,740 \end{cases}$$

Setelah fungsi keanggotaan dimasukkan dengan data kebutuhan bahan baku asam sulfat, selanjutnya digunakan untuk menentukan ukuran permintaan dalam *fuzzy demand* (D) dengan rumus :

$$\tilde{D} = \{a + a(b - a); c - a(c - b)\} \forall a \in [0, 1]$$

Sehingga ( $\tilde{D}$ ) asam sulfat adalah:

$$\tilde{D} = \{20,786 + \alpha(40,263 - 20,786); 59,740 - \alpha(59,740 - 40,263)\} \forall \alpha \in [0, 1]$$

$$\tilde{D} = \{ 20,786 + 19,477 a ; 59,740 - 19,477 a \} \forall a \in [0, 1]$$

Setelah itu menentukan nilai  $\alpha$  dengan rumus :

$$\tilde{y}_i^* = \frac{\sqrt{2.K_i.(a+a(b-a))}}{h_i} , i = 1, 2, \dots, n$$

$$\tilde{y}_i^2 = \frac{2.K_i.(a+a(b-a))}{h_i} , i = 1, 2, \dots, n$$

Dan,

$$\tilde{y}_i^* = \frac{\sqrt{2.K_i.(c-a(c-b))}}{h_i} , i = 1, 2, \dots, n$$

$$\tilde{y}_i^2 = \frac{2.K_i.(c-a(c-b))}{h_i} , i = 1, 2, \dots, n$$

Kemudian menentukan ukuran pemesanan yang ekonomis dengan rumus:

$$\tilde{y}_i^* = \sqrt{\frac{2.K_i.\tilde{D}_i}{h_i}}$$

Sehingga memunculkan fungsi keanggotaan untuk pemesanan yang ekonomis dalam bentuk fuzzy( $\tilde{y}_i^*$ ) adalah:

$$\mu_r(r) = \begin{cases} 0 & x \leq 2,857.62; x \geq 4,844.52 \\ (1,3069 \times 10^{-7})y^2 - 1,0672 & 2,857.62 \leq y \leq 3977.14 \\ 3067 - (1,3069 \times 10^{-7})y^2 & 3977.14 \leq y \leq 4,844.52 \end{cases}$$

Selanjutnya dilakukan penegasan (*defuzzyfikasi*) dengan metode *centeroid* sehingga didapatkan ukuran pemesanan ekonomis bahan baku asam sulfat sebesar 3,808 MT.

$$\sum_{i=1}^n m_i y_i \leq A$$

$$3,808 \leq 60.000$$

Dikarenakan nilai  $\sum_{i=1}^n m_i y_i \leq A$  sudah memenuhi kendala kapasitas gudang maka perhitungan tidak dilanjutkan.

Tabel 4.2 Ukuran pemesanan optimal bahan baku pembantu

Bahan baku	Fungsi Keanggotaan			$\tilde{y}$ (MT)
	a	b	c	
Phosphate rock	36,340	57,033.5	77,727	49,060
Anti foam	13,985	36,209	58,433	35,113
TOTAL				84,173

$$\sum_{i=1}^n m_i y_i \leq A$$

$$84,173 \leq 80.000$$

Dikarenakan nilai  $\sum_{i=1}^n m_i y_i \leq A$  tidak memenuhi kendala kapasitas gudang maka perhitungan tidak dilanjutkan maka perhitungan dilanjutkan dengan *Multi Item EOQ with storage Limitation* dengan rumus:

$$Q_i^* = \sqrt{\frac{2D_i k_i}{h_i - 2\lambda^* a_i}}$$

Dengan *demand* bersifat fuzzy sehingga rumus dapat berubah menjadi :

$$Q_i^* = \sqrt{\frac{2D_i k_i}{h_i - 2\lambda^* a_i}}$$

Nilai  $\lambda^*$  sendiri diperoleh dengan cara trial dan eror dengan memasukkan nilai  $\lambda^*$  sehingga menghasilkan ukuran pemesanan ekonomis yang sesuai dengan kapasitas yang ada. Kita coba  $\lambda^* = -100$

Sehingga memunculkan fungsi keanggotaan untuk pemesanan yang ekonomis dalam bentuk fuzzy ( $\tilde{y}_i^*$ ) adalah:

$$\mu_r(r) = \begin{cases} 0 & x \leq 3612.69; x \geq 5283.53 \\ (12302 x 10^{-7})y^2 - 17561 & 3612.69 \leq x \leq 4525.86 \\ 37562 - (12302 x 10^{-7})y^2 & 4525.86 \leq x \leq 5283.53 \end{cases}$$

Selanjutnya dilakukan penegasan (*defuzzyfikasi*) dengan metode *centeroid* sehingga didapatkan ukuran pemesanan ekonomis bahan baku *phosphate rock* sebesar 26,311 MT.

Tabel 4.3 Hasil perhitungan dengan pendekatan trial dan eror nilai lamda

Lamda ( $\lambda^*$ )	EOQ		Total	$\sum_{i=1}^n m_i y_i \leq A$
	Phosphate rock	Anti foam		
0	49,060	35,113	84,173	+4,173
-100	26,311	32,054	78,985	-20,808

Sehingga didapatkan perhitungan pemesanan optimal (EOQ) bahan baku asam fosfat

Tabel 4.4 Pemesanan optimal (EOQ) bahan baku asam fosfat dengan kendala kapasitas

No.	Bahan Baku	EOQ
1	Asam sulfat	3,808
2	Phosphate Rock	26,311
3	Anti foam	32,054

### Penentuan Frekuensi Pemesanan Bahan Baku

$$\mu_r(r)$$

$$= \begin{cases} (3,6779 x \\ 3,0672 - \end{cases}$$

Frekuensi pemesanan bahan baku dengan metode EOQ dapat dicari dengan persamaan:

$$F = \frac{D}{EOQ}$$

Dan perhitungan waktu siklus dengan rumus :

$$t_0 = \frac{EOQ}{D} \times 360$$

Tabel 4.5 Frekuensi pemesanan bahan baku asam fosfat dengan kendala kapasitas

Bahan Baku	Demand per tahun	EOQ	Waktu Siklus	Frekuensi Pemesanan	Lead Time
Asam Sulfat	427,318	3,808	3 hari	112 kali	7 hari
Phosphate Rock	690,804	46,931	24 hari	15 kali	14 hari
Anti foam	294,237	32,054	39 hari	9 kali	30 hari

**Biaya Persediaan**

Biaya persediaan diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$\widetilde{TIC} = \sqrt{2 \cdot k_l \cdot h_i \cdot \widetilde{D}}$$

$$TIC^2 = 2 \cdot k_l \cdot h_i \cdot (a + a(b - a))$$

Dan,

$$TIC^2 = 2 \cdot k_l \cdot h_i \cdot (c + a(c - b))$$

Dan selanjutnya menentukan biaya persediaan dengan rumus :

$$\widetilde{TIC} = \frac{K_i \widetilde{D}}{\widetilde{y}_1} + \frac{h_i \widetilde{y}_1}{2}$$

Sehingga memunculkan fungsi keanggotaan untuk biaya persediaan dalam bentuk fuzzy ( $\widetilde{TIC}_i^*$ ) adalah:

$$x \leq 17.741.199; x \geq 29.719.104$$

$$17.741.199 \leq x \leq 23.730.151$$

$$23.730.151 \leq x \leq 29.719.104$$

Selanjutnya dilakukan penegasan (*defuzzyfikasi*) dengan metode *centeroid* sebagai berikut :

$$r = Defuzzikasi, \widetilde{r} = \frac{\int_R r \cdot \mu_r(r) dr}{\int_R \mu_r(r) dr}$$

Selanjutnya dilakukan penegasan (*defuzzyfikasi*) dengan metode *centeroid* sehingga didapatkan biaya persediaan sebesar 43,740,876.11.

Tabel 4.6 Biaya persediaan bahan baku asam fosfat dengan kendala kapasitas

Bahan baku	Nilai Fuzzy Biaya Persediaan			Biaya Persediaan (Hasil Defuzzyfikasi)
	Minimum	Tengah	Maksimum	
Asam	Rp.35,696,679	Rp.44,579,465	Rp.53,462,251	Rp.43,740,876
Phosphate	Rp.48,331,564	Rp.58,768,913	Rp.63,567,432	Rp.57,876,556
Anti foam	Rp.95,675,245	Rp.122,871,432	Rp.127,659,118	Rp.124,562,119
Total	Rp.179,703,488	Rp.226,219,810	Rp.244,688,801	Rp.226,179,551

## 5. ANALISIS DAN INTEPRETASI DATA

### Analisis dan interpretasi hasil perhitungan *Fuzzy Economic Order Quantity* untuk menentukan ROP

Tabel 5.1 Kebutuhan bahan baku asam fosfat

Bahan Baku	Demand per tahun	Rata-rata demand per bulan	Rata-rata demand per hari
Asam sulfat	427,318	35,609	1,187
Phospate rock	690,804	57,567	1,919
Anti foam	294,237	24,519	817

Jadi titik pemesanan kembali (ROP) untuk bahan baku asam sulfat pada posisi persediaan berada pada titik di mana persediaan tersebut dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan 7 hari yakni pada saat persediaan di gudang sebesar  $1,187 \times 7 = 8,309$  ton. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 5.2

Tabel 5.2 Titik pemesanan kembali (*Reorder point*)

Bahan Baku	Rata-rata demand per hari	Lead time pemesanan	ROP
Asam sulfat	1,187	7 hari	8,309
Phospate rock	1,919	14 hari	26,865
Anti foam	817	30 hari	24,519

### Analisis total biaya persediaan bila perusahaan menggunakan *Fuzzy EOQ with Limitation Storage*

Dengan ditentukannya besarnya pemesanan yang ekonomis dengan menggunakan *Fuzzy EOQ with Limitation Storage* maka besarnya biaya persediaan yang harus ditanggung oleh

perusahaan sebesar Rp.230,417,862 per bulan. Biaya total persediaan tersebut adalah hasil yang paling kecil jika dibandingkan dengan perhitungan menggunakan *Fuzzy EOQ* tanpa kendala kapasitas, nilai tengah *fuzzy* permintaan dan kondisi yang saat ini terjadi, untuk lebih jelasnya perbandingan tersebut dapat dilihat pada (Tabel 5.3).

Tabel 5.3 Perbandingan Biaya Persediaan

	TIC
January	Rp. 401,056,945
February	Rp. 425,898,907
March	Rp. 264,587,643
April	Rp. 424,536,924
May	Rp. 290,628,902
June	Rp. 450,219,391
July	Rp. 413,287,608
August	Rp. 334,813,841
September	Rp. 437,863,967
October	Rp. 483,701,933
November	Rp. 501,420,289
December	Rp. 354,246,761
Rata-rata per bulan	Rp. 398,521,926
<i>Fuzzy EOQ</i>	Rp. 234,630,036
<i>Fuzzy EOQ with storage limitation</i>	Rp. 226,179,551
<i>EOQ with storage limitation (Nilai tengah permintaan)</i>	Rp. 226,219,810

Dengan hasil perhitungan tersebut jika metode *Fuzzy EOQ with Limitation Storage* digunakan untuk melakukan pemesanan pada tahun 2019 maka akan menghasilkan penghematan biaya persediaan yang dapat dilihat pada tabel 5.4.

Tabel 5.4 Penghematan Biaya kondisi saat ini dengan metode *Fuzzy EOQ with storage Elimination*

Bulan	Sistem Persediaan Perusahaan ( <i>min-max</i> )	Fuzzy EOQ with storage limitation	Penghematan Biaya
January	Rp.400,791,157	Rp.226,179,551	Rp.174,611,606
February	Rp.425,544,383	Rp.226,179,551	Rp.199,364,832
March	Rp.264,410,549	Rp.226,179,551	Rp.38,230,998
April	Rp.424,182,400	Rp.226,179,551	Rp.198,002,849
May	Rp.290,451,472	Rp.226,179,551	Rp.64,271,921
June	Rp.449,953,477	Rp.226,179,551	Rp.223,773,926
July	Rp.413,022,030	Rp.226,179,551	Rp.186,842,479
August	Rp.334,636,705	Rp.226,179,551	Rp.108,457,154
September	Rp.437,332,055	Rp.226,179,551	Rp.211,152,504
October	Rp.483,436,187	Rp.226,179,551	Rp.257,256,636
November	Rp.501,243,111	Rp.226,179,551	Rp.275,063,560
December	Rp.354,069,289	Rp.226,179,551	Rp.127,889,738
Rata-rata	Rp.398,256,068	Rp.226,179,551	Rp.172,076,517

## 6. KESIMPULAN

Dari hasil pengolahan data dapat ditarik kesimpulan :

1. Nilai ukuran pemesanan ekonomis untuk masing-masing bahan baku asam fosfat adalah sebagai berikut : bahan baku asam sulfat sebesar 3,808 MT, bahan baku *phospate rock* 26,311 MT, dan bahan baku *Anti foam* 32,054 MT. Sehingga dapat disimpulkan dengan

menggunakan *fuzzy* ukuran pemesanan yang sebaiknya dipesan untuk bahan baku asam sulfat dan *phospate rock* lebih kecil dari ukuran pemesanan yang saat ini dilakukan oleh perusahaan dengan frekuensi pemesanan asam sulfat lebih sering dan lebih sedikit frekuensi pemesanannya pada *phospate rock*. Sedangkan untuk bahan baku *Anti foam* ukuran pemesanan yang sebaiknya dilakukan oleh perusahaan lebih besar dari yang saat ini dilakukan dengan frekuensi pemesanan meningkat.

2. Titik pemesanan kembali (ROP) pada setiap pemesanan berada pada posisi jumlah persediaan yang berbeda-beda, yaitu asam sulfat pada posisi persediaan 8,309 MT atau 7 hari sebelum bahan baku habis, *phospate rock* pada posisi persediaan 26,865 MT atau 14 hari sebelum bahan baku habis, dan *anti foam* pada posisi persediaan 24,519 MT atau 30 hari sebelum bahan baku habis.

3. Dengan ditentukannya besarnya pemesanan yang ekonomis dengan menggunakan *Fuzzy EOQ with Limitation Storage* yang rinciannya seperti pada kesimpulan 1, maka besarnya biaya persediaan yang harus ditanggung oleh perusahaan sebesar Rp. 226,179,551 per bulan. Biaya total persediaan tersebut adalah hasil yang paling kecil jika dibandingkan dengan perhitungan menggunakan nilai tengah *fuzzy* permintaan

sebesar Rp. 226,219,810 dan kondisi yang saat ini terjadi di mana rata-rata menghasilkan Rp. 398,521,926. Sehingga rata-rata penghematan per bulan yang dapat dihasilkan jika menggunakan *fuzzy EOQ* adalah Rp. 172,076,517.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dahdah, S. S. (2009). Aplikasi Teori Himpunan Fuzzy Dalam Penentuan Ukuran Pemesanan Yang Ekonomis. *MATRIK (Jurnal Manajemen dan Teknik Industri - Produksi)*, 12(2), 88-99.
- Dutta, P., Boruah, H., & Ali, T. (2011). Fuzzy Arithmetic with and without using a-cut method: A Comparative Study. *International Journal of Latest Trends in Computing*, 2(1), 99-107.
- Efendi, H. D. (2015). *Perencanaan Persediaan Multi-Item Packaging Material Dengan Kendala Keterbatasan Kapasitas Tempat Penyimpanan Menggunakan Metode Multi Item Fuzzy Economic Order Quantity Di PT. Wilmar Nabati Indonesia Departemen Consumer Pack*. Gresik: Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Gresik.
- Kusumadewi, S., & Purnomo, H. (2010). *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan* (2nd ed.). Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Liu, S.-T. (2008). Fuzzy Profit Measure For a Fuzzy Economic Order Quantity Model. *Applied Mathematical Modelling*, 32(10), 2076-2086.
- Samal, N., & Pratihar, D. (2014). Optimization of variable demand fuzzy economic order quantity inventory. *Computers & Industrial Engineering*, 1-31.
- Sulistiawan, Z., & Pribadi, F. (2017). Studi Perancangan Model Penentuan Jumlah Pemesanan dan Reorder Point menggunakan Fuzzy Inventory Control terhadap nilai persediaan. *Proceeding Health Architecture*, 1(1), 235-244.
- Hidayat, H., Jufriyanto, M., & Rizqi, A. (2021). Perancangan RCM (Reliability Centered Maintenance) Untuk Mengurangi Downtime Mesin Pembuat Botol (Studi Kasus PT IGLAS (Persero), Gresik). *MATRIK : Jurnal Manajemen Dan Teknik Industri Produksi*, 21(2), 157 - 164. doi:10.30587/matrik.v21i2.2038
- Hidayat, H. (2020). Application of the EOQ (Economic Order Quantity) Method in Determining Chemical Supplies in PT. Semen Indonesia. *International Journal of Science, Engineering and Information Technology*, 5(1), 226-230.
- Hidayat, Jufriyanto, M., Wasiur, A., & Ningtyas, A. H. P. (2020). Analysis Of Load Variations On ST 60 Steel Using Vickers Method. *International Journal of Science, Engineering and Information Technology*, 05(02), 5-9. <https://doi.org/10.21107/ijseit.v5i1.8940>