

Analysis Of Inventory Control Panel On Demand Using Fuzzy Inventory Control Method

[Analisa Pengendalian Persediaan Panel Terhadap Permintaan Menggunakan Metode *Fuzzy Inventory Control*]

Dewi Nur Atika*¹⁾, Tedjo Sukmono ²⁾

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

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

*Email Penulis Korespondensi: 191020700127@umsida.ac.id

Abstract. *Inventory control is important for companies. In industrial companies engaged in refrigeration manufacturing producing sandwich panels, having a production system is make to order. So that in its production it requires an adjustment between demand and supply. In the production warehouse, the company experienced inventory control problems until there was an overstock and an outstock. The purpose of this study is to determine the optimization of panel inventory control against the large demand. So that it can control the amount of panel inventory in production by using the fuzzy inventory control method which is the application of fuzzy logic into the inventory system which is useful for helping calculate inventory optimization. Results of calculations using Fuzzy Inventory Control Using Python applications to optimize the amount of inventory against demand in the company decreased by 6% from the amount of inventory to demand by 191,307 m² (19%) to 182,619.4627 m² (13%).*

Keywords – Panel Sandwich; Demand; Inventory Control; Fuzzy Inventory Control Method.

Abstrak. Pengendalian persediaan merupakan hal penting bagi perusahaan. Pada perusahaan industri yang bergerak di bidang *manufaturing refrigerasi* memproduksi panel *sandwich*, memiliki sistem produksi bersifat *make to order*. Sehingga dalam produksinya dibutuhkan penyesuaian antara permintaan dan persediaan. Pada gudang produksi perusahaan mengalami kendala pengendalian persediaan hingga terjadi kelebihan stok (*overstock*) dan kekurangan stok (*outstok*). Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan pengoptimalan pengendalian persediaan panel terhadap banyaknya permintaan. Sehingga dapat mengontrol banyaknya persediaan panel dalam produksi dengan menggunakan metode *fuzzy inventory control* yang merupakan penerapan logika *fuzzy* ke dalam sistem *inventory* yang berguna untuk membantu perhitungan pengoptimalan persediaan. Hasil dari perhitungan menggunakan *Fuzzy Inventory Control* menggunakan aplikasi *python* menentukan pengoptimalan banyaknya jumlah persediaan terhadap permintaan dalam perusahaan mengalami penurunan sebanyak 6% dari banyaknya jumlah persediaan terhadap permintaan sebesar 191.307 m² (19%) menjadi 182.619,4627 m² (13%).

Kata Kunci – Panel Sandwich; Permintaan; Pengendalian Persediaan; Fuzzy Inventory Control.

I. PENDAHULUAN

Panel *sandwich* merupakan produk inovasi bahan bangunan berupa dinding pracetak yang terdiri dari lapisan inti (*core*) dan lapisan kulit (*skin*). Dengan material inti *polyurethane* yang terbuat dari bahan liquid A, liquid B, Cat dan CP dengan cara injeksi hingga menghasilkan bentuk panel *sandwich*. memiliki standart label ramah lingkungan[1], fleksibelitas dalam desain[2], dengan berat relative ringan dan cocok dengan wilayah rawan gempa[3]. Hal penting yang perlu diperhatikan dalam suatu perusahaan yakni persediaan, karena suatu sistem produksi bisa dikatakan efektif dan efisien jika memiliki persediaan yang mampu memenuhi permintaan dengan baik. Persediaan berupa stok yang masih dalam keadaan barang yang belum terpakai dengan jumlah yang minimal[4]. Berguna untuk memperlancar jalannya operasi produksi yang optimum. Memenuhi kebutuhan baik jumlah, mutu, dan waktu dengan biaya yang rendah[5]. Dalam penyimpanan komoditas yang akan digunakan untuk memenuhi permintaan dari waktu ke waktu[6].

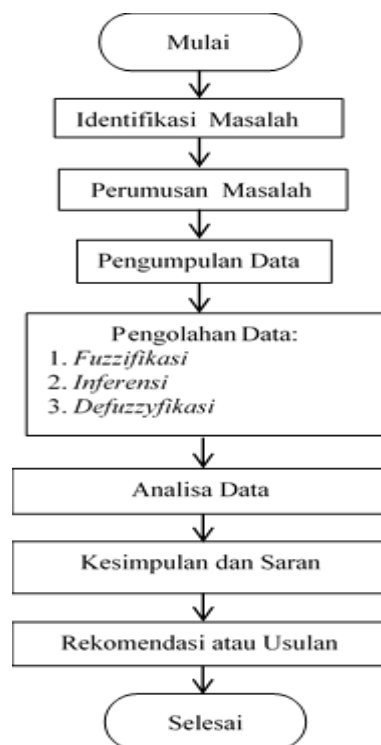
Kesulitan dalam pengolahan dan pengendalian persediaan di gudang yang mengakibatkan terjadinya kelebihan stok (*overstock*) dan kekurangan panel (*outstock*) terhadap permintaan mempengaruhi efektifitas penyimpanan di gudang. Untuk mengantisipasi adanya fluktuasi pada permintaan, agar tidak terjadi kekurangan persediaan bisa melakukan pemesanan bahan yang membutuhkan waktu dengan jangka waktu yang tidak dapat diprediksi sampai barang datang[7]. Persiapan pengaman yang ditambahkan dalam suatu pembelian persediaan digunakan sebagai penjaminan atas permintaan dengan *lead time* yang tidak menentu[8]. Fungsi permintaan secara umum ada pada hubungan antara jumlah yang diminta dengan faktor- faktor yang mempengaruhi dalam waktu tertentu[9]. Dapat menunjukkan tingkatan hubungan antara harga dan kualitas barang atau jasa yang ditawarkan[10].

Penelitian mengenai permasalahan terkait persediaan telah banyak dilakukan oleh para peneliti – peneliti sebelumnya seperti terjadinya kekurangan bahan baku akibat adanya fluktuasi permintaan, berdasarkan pada penggunaan penyelesaian dengan metode *fuzzy inventory control* menghasilkan penghematan total biaya pengendalian persediaan sebesar 14,97%[11]. Kelebihan produksi pada gudang akibat belum dapat menganalisis optimasi dari produksi, menghasilkan optimasi jumlah pengadaan barang menggunakan algoritma *fuzzy* metode *Tsukamoto* didapatkan data permintaan dan persediaan untuk data produksi optimum mencapai 2981 buah/hari[12]. Pengambilan keputusan dalam ketidakpastian permintaan di setiap periode membutuhkan perencanaan persediaan bahan baku agar proses produksi lancar dan mampu menekan biaya persediaan, hasil *MAPE* data peramalan perusahaan sebesar 24,5% sedangkan penyelesaian metode *Fuzzy Inventory* Tsukamoto sebesar 23,25%[13]. Untuk menangani pengadaan persediaan barang hingga mencapai nilai optimum dalam jumlah pesanan untuk persediaan pada *sub region* menggunakan metode *fuzzy mamdani* dapat meningkatkan efisiensi dalam jumlah pesanan, hingga dapat mempengaruhi harga barang dan nilai *inventory* gudang dalam jangka waktu yang lebih terukur[14]. Mendukung sistem pengambilan keputusan dalam menentukan jumlah tahu yang diproduksi menggunakan metode *fuzzy tsukamoto* mampu memberikan solusi baru mengenai cara menentukan jumlah tahu yang akan diproduksi yang lebih optimal dan efektif sehingga dapat mengurangi kerugian dan sesuai dengan pemesanan yang ada[15].

Logika *Fuzzy* adalah ilmu yang mempelajari ketidakpastian yang bisa digunakan untuk membantu dalam memetakan suatu *input* ke dalam *output* yang tepat menggunakan teori matematis yang berhubungan dengan himpunan *fuzzy*. Dengan cara yang efektif dan akurat untuk menjelaskan persepsi manusia terhadap permasalahan yang diambil[16]. berupa variabel masukan ke dalam proses dan akan menghasilkan keluaran dengan aturan *IF-THEN*. Penerapan 4 tahapan proses yaitu fuzzifikasi, pembentukan basis aturan, inferensi *fuzzy* dan defuzzifikasi[17]. Logika *fuzzy* bersifat parsial yang mampu memetakan masukan ke dalam keluaran dengan akurat dengan memperhatikan atribut yang ada. Sehingga tidak membutuhkan model matematika yang kompleks dan sangat fleksibel. Dalam. Penggunaan *Fuzzy Inventory Control* bertujuan untuk membantu dalam hal mengolah persediaan barang terhadap suatu permintaan sehingga dapat dikendalikan dengan baik dan optimal guna mengurangi biaya besar yang akan ditimbulkan dari penyimpanan.

II. METODE

Tahapan yang dilakukan dalam menyelesaikan permasalahan pengendalian persediaan terhadap permintaan dengan menggunakan metode *fuzzy inventory control*.



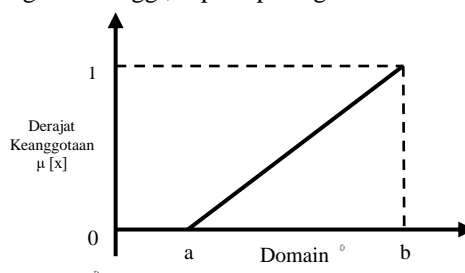
Gambar 1. Diagram Alir

Untuk identifikasi masalah dilakukan karena adanya ketidakefektifan terkait pengendalian persediaan pada gudang produksi, sehingga dilakukan perumusan masalah dengan cara mengkaji penelitian – penelitian terdahulu dan studi literatur dari berbagai referensi seperti buku dan jurnal. Selanjutnya dalam pengumpulan data diperoleh dengan melakukan wawancara dan observasi yang dibantu oleh orang ahli yang menguasai dalam hal pengendalian persediaan di perusahaan sehingga bisa mendapatkan data yang dibutuhkan, direkap, dan dilakukan perhitungan menggunakan metode *fuzzy inventory control* untuk membantu dalam menganalisa pengendalian persediaan panel terhadap permintaan. Adapun tahapan yang dilakukan dalam perhitungan metode *fuzzy inventory control* yakni :

A. Fuzzyfikasi

Tahap awal yang dilakukan dari proses perhitungan logika *fuzzy*, dengan menentukan nilai maksimum dan minimum dari sebuah nilai *input*. Memiliki tujuan untuk menentukan nilai fungsi keanggotaannya [18]. Fungsi keanggotaan merupakan suatu kurva yang menjelaskan mengenai pemetaan titik – titik *input* data kedalam nilai keanggotaan (derajat keanggotaan) dengan interval 0 sampai 1 yang didapat dengan melakukan pendekatan fungsi [19]. Kurva yang sering digunakan untuk menjelaskan fungsi keanggotaan yaitu:

1. Representasi Linier Naik, merupakan himpunan dengan nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol (0) bergerak ke kanan menuju ke nilai yang lebih tinggi, seperti pada gambar 1.



Gambar 2. Linier Naik

Fungsi keanggotaannya berbentuk:

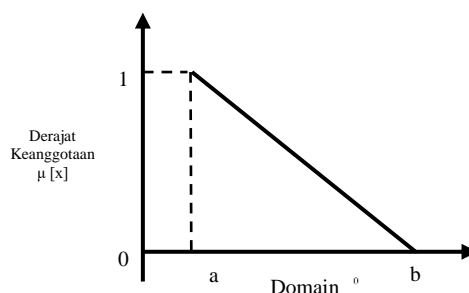
$$\mu[X] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

- a = nilai terkecil dalam variabel
- b = nilai terbesar dalam variabel
- x = nilai variabel

Sumber[19]

2. Representasi Linier Turun, kebalikan dari linier naik yakni nilai domain dimulai dari sisi kiri atau keanggotaan tinggi ke lebih rendah, seperti pada gambar 2.



Gambar 3. Linier Turun

Fungsi Keanggotaannya adalah:

$$\mu[X] = \begin{cases} (b-x)/(b-a); & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \dots\dots\dots(2)$$

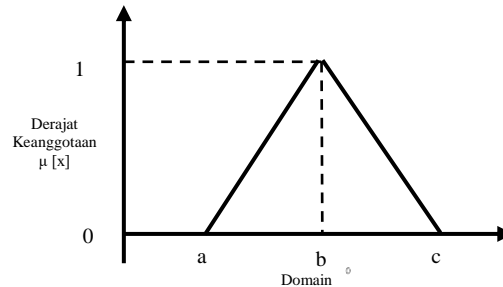
Keterangan :

- a = nilai terkecil dalam variabel
- b = nilai terbesar dalam variabel

x = nilai variabel

Sumber[19]

- Representasi Kurva Segitiga (*Triangular Membership Function*), merupakan gabungan dari kedua representasi sebelumnya sehingga menghasilkan gabungan dari 2 garis linier.



Gambar 4. Kurva Segitiga

Fungsi keanggotaannya adalah:

$$\text{Segitiga } (x;a,b,c) = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ \frac{(c-x)}{(c-b)}; & b \leq x \leq c \\ 0; & c \geq x \end{cases} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

- a = nilai terkecil dalam variabel
- b = nilai terbesar dalam variabel
- x = nilai variabel

Sumber[19]

B. System Inferensi Fuzzy

Sistem *inferensi fuzzy* merupakan aplikasi dari penerapan logika *fuzzy* dengan menggunakan sistem komputasi mekanisme yang berupa pemetaan himpunan semesta pada bagian masukan dan himpunan bagian keluaran berdasarkan suatu aturan. Selanjutnya dilakukan penghubungan dengan interpretasi aturan pada aturan dasar *fuzzy* sebagai suatu implikasi *fuzzy*[20].

C. Defuzzifikasi

Tahapan akhir perancangan logika *fuzzy* dengan melakukan penegasan terhadap *output*. Penegasan diperoleh dari *rule* dalam *fuzzy* dan nilai *output* berupa bilangan domain yang ada pada himpunan *fuzzy*[21]. Untuk menghitung bobot rata-rata akhir dari *output* menggunakan perhitungan dari metode *fuzzy tsukamoto*. Metode *tsukamoto* adalah aturan yang berbentuk *IF-THEN* dengan *output* hasil inferensi tiap aturan diberikan berdasarkan predikat (*Fire Strength*)[22].

Defuzzifikasi, *output* (z):

$$z^* = \frac{w_1z_1 + w_2z_2}{w_1 + w_2} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

- z* = hasil *output fuzzy*
- z = derajat keanggotaan terkecil dari tiap *rules*
- w = nilai perhitungan tiap *rules*

Sumber[19]

III. Hasil dan Pembahasan

Dari tabel 1 merupakan data awal berupa data produksi, data permintaan dan data persediaan pada perusahaan.

Tabel 1. Data Produksi, Data Permintaan, dan Data Persediaan Panel

Bulan	Produksi	Permintaan	Persediaan
Januari	9871	12982	24187
Februari	997	6356	21076

Maret	12038	17005	15717
April	20816	25219	10750
Mei	11002	4781	6347
Juni	9122	7754	12568
Juli	13455	12854	17258
Agustus	22123	15002	17859
September	14027	22102	20429
Oktober	8371	14009	16905
November	22133	16456	11267
Desember	11726	6903	16944

Langkah – langkah analisa data menggunakan *fuzzy inventory control*

A. Pembentukan Himpunan Fuzzy (Fuzzyfikasi)

Langkah awal pembentukan himpunan *fuzzy* dilakukan dengan cara menentukan variabel dan semesta pembicara yang berisi variabel *input* dan variabel *output*. Dalam penelitian ini terdiri atas dua variabel *input* berupa variabel permintaan dan variabel produksi, sedangkan variabel *output* berupa variabel persediaan.

Selanjutnya dilakukan penentuan nilai linguistik yang merupakan nilai atau keadaan yang mampu menggambarkan kondisi tertentu dalam suatu himpunan *fuzzy*. Untuk variabel permintaan memiliki nilai linguistik berupa sedikit dan banyak, variabel produksi memiliki nilai linguistik berupa turun dan naik, dan variabel persediaan memiliki nilai linguistik berupa berkurang dan bertambah.

Berikut adalah penentuan variabel dan semesta pembicara pada panel :

Tabel 2. Nilai Semesta Pembicara dan Domain Himpunan *Fuzzy*

Fungsi	Variabel	Semesta Pembicara	Nama Himpunan Fuzzy	Domain
<i>Input</i>	Produksi	997 - 22133	TURUN	997 – 11565
			NAIK	11565,5 – 22133
	Permintaan	4781 – 25219	SEDIKIT	4781 – 15000
<i>Output</i>	Persediaan	6347 - 24187	BANYAK	15000,5 – 25219
			BERKURANG	6347 – 15267
			BERTAMBAH	15267,5 – 24187

Perhitungan Domain:

1. Variabel Produksi

$$\begin{aligned} \text{Produksi Turun} &= \frac{\text{nilai minimum produksi} + \text{nilai maksimum produksi}}{2} \\ &= \frac{997 + 22133}{2} \\ &= 11565 \end{aligned}$$

2. Variabel Permintaan

$$\begin{aligned} \text{Permintaan sedikit} &= \frac{\text{nilai minimum permintaan} + \text{nilai maksimum permintaan}}{2} \\ &= \frac{4781 + 25219}{2} \\ &= 15000 \end{aligned}$$

3. variabel Persediaan

$$\begin{aligned} \text{Persediaan Berkurang} &= \frac{\text{nilai minimum persediaan} + \text{nilai maksimum persediaan}}{2} \\ &= \frac{6347 + 24187}{2} \\ &= 15267 \end{aligned}$$

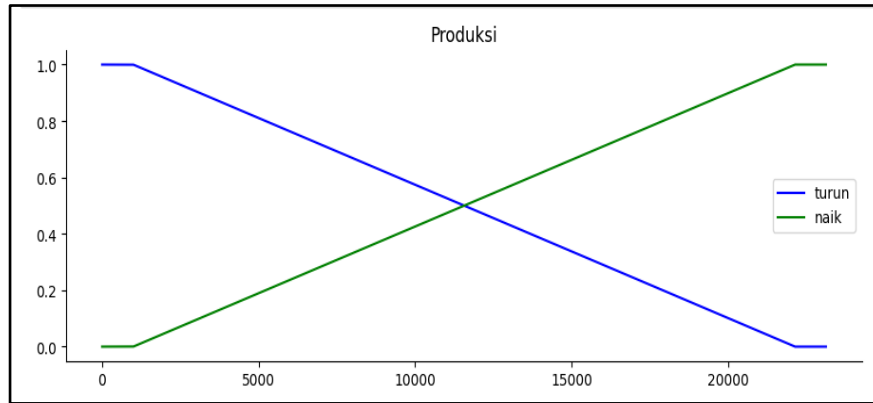
Selanjutnya menentukan variabel yang terkait dalam proses *fuzzyfikasi* dengan menggunakan fungsi derajat keanggotaan presentasi linier sebagai berikut:

a) Fuzzifikasi Variabel Produksi

Berdasarkan data produksi (x) memiliki nilai paling tinggi yaitu 22133 m² pada bulan November dan paling rendah yaitu 997 m² pada bulan Februari, maka fungsi keanggotaan dirumuskan sebagai berikut:

$$\mu_{TURUN}(x) = \begin{cases} \frac{22133-x}{(22133-997)}; & 997 \leq x \leq 22133 \\ 0; & x \geq 22133 \end{cases}$$

$$\mu_{NAIK}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 997 \\ \frac{(x-997)}{(22133-997)}; & 997 \leq x \leq 22133 \\ 1; & x \geq 22133 \end{cases}$$



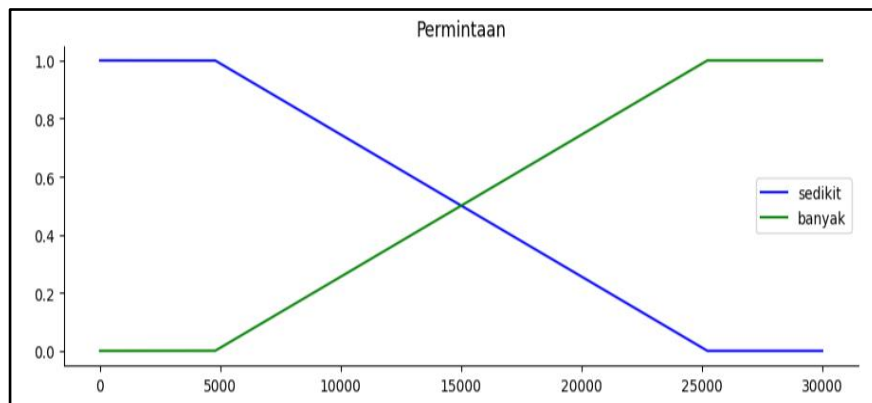
Gambar 4. Kurva Variabel Produksi

b) Fuzzifikasi Variabel Permintaan

Berdasarkan data permintaan (y) memiliki nilai paling tinggi yaitu 25219 m^2 pada bulan April dan paling rendah yaitu 4781 m^2 pada bulan Mei, maka fungsi keanggotaan dirumuskan sebagai berikut:

$$\mu_{SEDIKIT}(y) = \begin{cases} \frac{(25219-y)}{(25219-4781)}; & 4781 \leq y \leq 25219 \\ 0; & y \geq 25219 \end{cases}$$

$$\mu_{BANYAK}(y) = \begin{cases} 0; & y \leq 4781 \\ \frac{(y-4781)}{(25219-4781)}; & 4781 \leq y \leq 25219 \\ 1; & y \geq 25219 \end{cases}$$



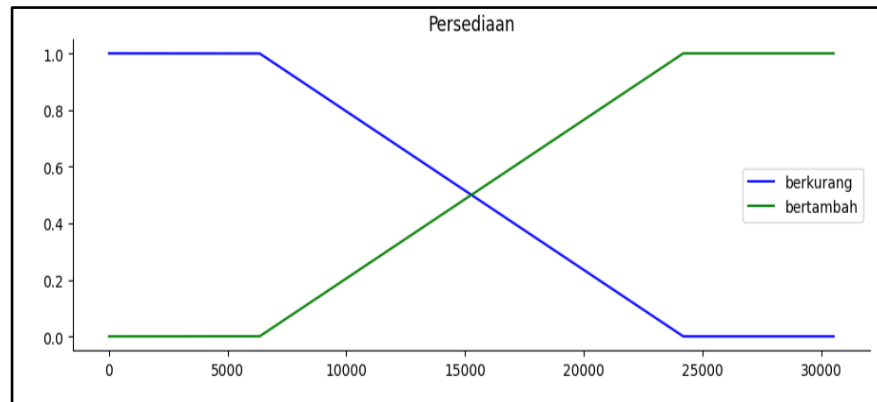
Gambar 5. Kurva Variabel Permintaan

c) Fuzzifikasi Variabel Persediaan

Berdasarkan data persediaan (z) memiliki nilai paling tinggi yaitu 24187 m^2 pada bulan Januari dan paling rendah yaitu 6347 m^2 pada bulan Mei, maka fungsi keanggotaan dirumuskan sebagai berikut:

$$\mu_{BERKURANG}(z) = \begin{cases} \frac{(24187-z)}{(24187-6347)}; & 6347 \leq z \leq 24187 \\ 0; & z \geq 24187 \end{cases}$$

$$\mu_{BERTAMBAH}(z) = \begin{cases} 0; & z \leq 6347 \\ \frac{(z-6347)}{(24187-6347)}; & 6347 \leq z \leq 24187 \\ 1; & z \geq 24187 \end{cases}$$



Gambar 6. Kurva Variabel Persediaan

B. Pembentukan Aturan Dasar Fuzzy / Inferensi

Dalam tahap inferensi berarti melakukan kombinasi atau penggabungan terkait banyaknya aturan yang ada dari dalam data menggunakan aturan logika fuzzy. Berdasarkan data – data yang telah ada, maka dapat dibentuk aturan – aturan pada inferensi *fuzzy* seperti pada tabel 2.

Tabel 3. Rule Inferensi Fuzzy

Aturan	Produksi	Pemintaan	Fungsi Implikasi	Persediaan
R1	Naik	Banyak	⇒	Bertambah
R2	Naik	Sedikit	⇒	Bertambah
R3	Turun	Banyak	⇒	Berkurang
R4	Turun	Sedikit	⇒	Berkurang

Aturan tersebut diambil berdasarkan atas pendapat beberapa jurnal ilmiah, dimana aturan (rule) dalam fuzzy diambil menurut keputusan banyak ahli dan dipilih sesuai dengan bayangan keadaan yang sesungguhnya yang pasti terjadi dengan kondisi kedepannya

- Penentuan Derajat Keanggotaan

Perhitungan derajat keanggotaan berdasarkan atribut yang telah ditetapkan terhadap 3 variabel sebelumnya, dengan tujuan untuk menentukan pengoptimalan persediaan pada panel mulai dari bulan Januari hingga Desember tahun 2019.

a) Penentuan Derajat Keanggotaan Pada Variabel Produksi (TURUN - NAIK)

Jika diketahui pada bulan Januari terdapat produksi sebanyak 9871 m², maka:

$$\mu(x)_{TURUN} = \frac{\text{Produksi Maksimum} - \text{Produksi per bulan}}{\text{produksi maksimum} - \text{produksi minimum}}$$

$$\begin{aligned} \mu_{TURUN}(9871) &= \frac{22133 - 9871}{22133 - 997} \\ &= 0,5801 \end{aligned}$$

$$\mu(x)_{NAIK} = \frac{\text{Produksi per bulan} - \text{produksi minimum}}{\text{produksi maksimum} - \text{produksi minimum}}$$

$$\begin{aligned} \mu_{NAIK}(9871) &= \frac{9871 - 997}{22133 - 997} \\ &= 0,4199 \end{aligned}$$

Derajat keanggotaan secara keseluruhan dalam variabel produksi dapat dilihat dalam tabel

Tabel 4. Derajat Keanggotaan variabel Produksi

Bulan	Produksi	$\mu(x)_{turun}$	$\mu(x)_{naik}$
Januari	9871	0.5801	0.4199
Februari	997	1.0000	0.0000
Maret	12038	0.4776	0.5224
April	20816	0.0623	0.9377
Mei	11002	0.5266	0.4734

Juni	9122	0.6156	0.3844
Juli	13455	0.4106	0.5894
Agustus	22123	0.0005	0.9995
September	14027	0.3835	0.6165
Oktober	8371	0.6511	0.3489
November	22133	0.0000	1.0000
Desember	11726	0.4924	0.5076

Pada variabel produksi diketahui memiliki nilai terendah pada bulan Februari sebesar 977 m² dan nilai tertinggi pada bulan November sebesar 22133 m² maka dalam perhitungan derajat keanggotaan kurva turun yang memiliki nilai domain dimulai dari sisi kiri atau keanggotaan tinggi ke lebih rendah sehingga pada bulan Februari memiliki nilai sebesar 1,00 dan pada bulan November sebesar 0,00. Sedangkan pada kurva naik yang merupakan kebalikan dari kurva turun yakni nilai domain dimulai dari kanan atau keanggotaan rendah ke tinggi maka nilai sebesar 1,00 ada pada bulan November dan nilai sebesar 0,00 pada bulan Februari.

b) Penentuan Derajat keanggotaan Pada Variabel Permintaan (BANYAK – SEDIKIT)

Jika diketahui pada bulan Februari terdapat permintaan sebanyak 12982 m², maka:

$$\mu_{(y)SEDIKIT} = \frac{\text{Permintaan Maksimum} - \text{Permintaan per bulan}}{\text{permintaan maksimum} - \text{permintaan minimum}}$$

$$\mu_{SEDIKIT}(12982) = \frac{25219 - 12982}{25219 - 4781} = 0,5987$$

$$\mu_{(y)BANYAK} = \frac{\text{permintaan per bulan} - \text{permintaan minimum}}{\text{permintaan maksimum} - \text{permintaan minimum}}$$

$$\mu_{BANYAK}(12982) = \frac{6356 - 4781}{27219 - 4781} = 0,4013$$

Derajat keanggotaan secara keseluruhan dalam variabel permintaan dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 5. Derajat Keanggonataan variabel Permintaan

Bulan	Permintaan	$\mu(x)$ sedikit	$\mu(x)$ banyak
Januari	12982	0.5987	0.4013
Februari	6356	0.9229	0.0771
Maret	17005	0.4019	0.5981
April	25219	0.0000	1.0000
Mei	4781	1.0000	0.0000
Juni	7754	0.8545	0.1455
Juli	12854	0.6050	0.3950
Agustus	15002	0.4999	0.5001
September	22102	0.1525	0.8475
Oktober	14009	0.5485	0.4515
November	16456	0.4288	0.5712
Desember	6903	0.8962	0.1038

Pada variabel permintaan diketahui memiliki nilai terendah pada bulan Mei sebesar 4781 m² dan nilai tertinggi pada bulan Maret sebesar 25219 m² maka dalam perhitungan derajat keanggotaan kurva turun yang memiliki nilai domain dimulai dari sisi kiri atau keanggotaan tinggi ke lebih rendah sehingga pada bulan Mei memiliki nilai sebesar 1,00 dan pada bulan Maret sebesar 0,00. Sedangkan pada kurva naik yang merupakan kebalikan dari kurva turun yakni nilai domain dimulai dari kanan atau keanggotaan rendah ke tinggi maka nilai sebesar 1,00 ada pada bulan Maret dan nilai sebesar 0,00 pada bulan Mei.

- Menghitung Predikat Aturan dan Nilai Z

Langkah selanjutnya setelah melakukan inferensi adalah menggunakan metode *MIN* dengan cara mengambil nilai minimum sesuai aturan (*RULE*) yang telah dibuat. Dengan tujuan untuk memodifikasi operator OP (gabungan). Berikut perhitungan aturan dan nilai z dari masing – masing atribut panel.

R[1] IF Produksi Naik AND Permintaan Banyak THEN Persediaan Bertambah

MIN(μ Produksi Naik[9871] , Permintaan Banyak [12982])

$$= \text{MIN}(0,4199 ; 0,4013)$$

$$= 0,4013$$

Substitusi ke rumus Himpunan Persediaan Bertambah

$$\begin{aligned}\mu_{\text{Persediaan Bertambah}} [z] &= \frac{(z-6347)}{(24187-6347)} \\ &= 0,4013 * (24187 - 6347) + 6347 \\ &= 13505,52\end{aligned}$$

R[2] IF Produksi Naik AND Permintaan Sedikit THEN Persediaan Bertambah

$$\begin{aligned}\text{MIN}(\mu_{\text{Produksi Naik}}[9871], \mu_{\text{Permintaan Sedikit}}[12982]) \\ &= \text{MIN}(0,4199 ; 0,5987) \\ &= 0,4199\end{aligned}$$

Substitusi ke rumus Himpunan Persediaan Bertambah

$$\begin{aligned}\mu_{\text{Persediaan Bertambah}} [z] &= \frac{(z-6347)}{(24187-6347)} \\ &= 0,4199 * (24187 - 6347) + 6347 \\ &= 13837,1665\end{aligned}$$

R[3] IF Produksi Turun AND Permintaan Banyak THEN Persediaan Berkurang

$$\begin{aligned}\text{MIN}(\mu_{\text{Produksi Turun}}[9871], \mu_{\text{Permintaan Banyak}}[12982]) \\ &= \text{MIN}(0,5801 ; 0,4013) \\ &= 0,4013\end{aligned}$$

Substitusi ke rumus Himpunan Persediaan Berkurang

$$\begin{aligned}\mu_{\text{Persediaan Bertambah}} [z] &= \frac{(24187 - z)}{(24187-6347)} \\ &= 24187 - (24187 - 6347) * 0,4013 \\ &= 17028,4796\end{aligned}$$

R[4] IF Produksi Turun AND Permintaan Sedikit THEN Persediaan Berkurang

$$\begin{aligned}\text{MIN}(\mu_{\text{Produksi Turun}}[9871], \mu_{\text{Permintaan Sedikit}}[12982]) \\ &= \text{MIN}(0,5801 ; 0,5987) \\ &= 0,5801\end{aligned}$$

Substitusi ke rumus Himpunan Persediaan Berkurang

$$\begin{aligned}\mu_{\text{Persediaan Bertambah}} [z] &= \frac{(24187 - z)}{(24187-6347)} \\ &= 24187 - (24187 - 6347) * 0,5801 \\ &= 13837,1665\end{aligned}$$

C. Defuzzifikasi (Penegasan)

Defuzzifikasi (Penegasan) merupakan tahapan akhir dari perhitungan logika *fuzzy* yang dilakukan dengan cara mencari nilai rata-rata pada setiap *input* dan *output* yang sudah dilakukan perhitungan sebelumnya. pada penelitian ini menggunakan *fuzzy inventory control* yang berpedoman dengan perhitungan logika *fuzzy tsukamoto*.

$$Z^* = \frac{w_1 z_1 + w_2 z_2 + \dots + w_n z_n}{w_1 + w_2 + \dots + w_n}$$

$$Z^* = \frac{(0,4013 \times 13505,5204) + (0,4199 \times 13837,1665) + (0,4013 \times 17028,4796) + (0,5801 \times 13837,1665)}{0,4013 + 0,4199 + 0,4013 + 0,5801}$$

$$Z^* = \frac{26089,3113}{1,8025}$$

$$Z^* = 14473,76$$

Jadi hasil *defuzzifikasi* perhitungan jumlah persediaan yang optimum pada bulan Januari 2022 yaitu sebesar 14473,76 m². Untuk hasil perhitungan *defuzzifikasi* dari bulan Januari sampai dengan Desember 2022 dapat dilihat pada tabel.

Tabel 6. Hasil Perhitungan *Defuzzifikasi*

Bulan	$\sum W_n Z_n$	$\sum W$	Z^*
Januari	26089.31	1.803	14473.761
Februari	8884.695	1.000	8884.695
Maret	27937.81	1.804	15488.333
April	23075.38	1.000	23075.376
Mei	14791.8	1.000	14791.796
Juni	17646.58	1.291	13669.675
Juli	28923.18	1.790	16158.212

Agustus	15289.88	1.001	15275.425
September	22001.81	1.305	16859.366
Oktober	23954.8	1.698	14109.591
November	15448.08	1.000	15448.080
Desember	18573.12	1.208	15379.527
Jumlah			183613,8361

Hasil tersebut didapat dari perhitungan *excel* yang mana diketahui terkait optimasi pada tiap bulan yang mampu menstabilkan tingkat persediaan yang ada pada gudang. Untuk selanjutnya mengetahui tingkat prosentase paling besar dalam mengurangi ketidakefektifan persediaan panel menggunakan metode *fuzzy inventory control* akan dilakukan perhitungan ulang menggunakan aplikasi *python (jupyter)*.

Analisa Data

Analisa data jumlah persediaan panel yang telah dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode *fuzzy inventory control* yang perpedoman dengan *fuzzy tsukamoto* untuk dapat menghasilkan data persediaan yang optimal. Hasil *output* perbandingan jumlah persediaan panel antara realisasi dalam perusahaan dan perkiraan optimasi dengan *fuzzy inventory control* yang dihitung menggunakan *Microsoft Excel* dan aplikasi *Python (Jupyter)* dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 7. Hasil Pengoptimalan Panel

Bulan	Produksi	Permintaan	Persediaan	
			Realisasi	<i>Python (Jupyter)</i>
Januari	9871	12982	24187	13968,31828
Februari	997	6356	21076	12113,56716
Maret	12038	17005	15717	15473,87721
April	20816	25219	10750	17504,15215
Mei	11002	4781	6347	14854,94114
Juni	9122	7754	12568	14096,72839
Juli	13455	12854	17258	16177,22061
Agustus	22123	15002	17859	15972,95898
September	14027	22102	20429	16681,87066
Oktober	8371	14009	16905	13976,41848
November	22133	16456	11267	16457,32084
Desember	11726	6903	16944	15342,08885
Jumlah	155681	161423	191307	182619,4627
Persentase Persediaan terhadap Permintaan			19%	13%

Dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan hasil antara jumlah persediaan yang terdapat di perusahaan dan metode *fuzzy inventory control*. Untuk hasil total jumlah persediaan yang ada di perusahaan memiliki sebesar 191.307m² sedangkan dengan hasil perhitungan metode *fuzzy inventory control* dengan perhitungan menggunakan aplikasi *Python (Jupyter)* persediaan sebesar 182619,4627m². Jika diprosentasekan jumlah persediaan terhadap banyaknya permintaan, hasil realisasi perusahaan memiliki prosentase kelebihan sebesar 19% sedangkan ketika dilakukan perhitungan dengan metode *fuzzy inventory control* mengalami penurunan sebesar 6% dengan *Python (Jupyter)* mencapai Prosentase 13%.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan perancangan optimasi jumlah persediaan barang terhadap permintaan menggunakan algoritma metode *fuzzy inventory control* didapatkan hasil bahwa dalam optimasi jumlah persediaan barang menggunakan penerapan logika *fuzzy* mendapatkan hasil yang tepat karena mampu menurunkan tingkat kelebihan persediaan barang sebesar 6% dari banyaknya persediaan yang ada. Dapat dilihat dari data permintaan dan persediaan terkait optimasinya. Kondisi optimum yang didapatkan dalam persediaan barang menggunakan algoritma *fuzzy* yakni sebesar 182.619,4627 m² dari kondisi awal 191.307 m². Dengan demikian, dapat dijadikan sebagai

rekomendasi teknis perusahaan karena dengan hasil tersebut dapat membantu perusahaan dalam menurunkan biaya penyimpanan terhadap persediaan.

REFERENSI

- [1] Iswidodo, W., Wilujeng, A.D., dan Mustofa, A. (2020). Identifikasi Sandwich panel pada Struktur Geladak Kapal. *Polimedia*. Vol. 23, No.4, Hal. 35-48.
- [2] Marsono., Ali., dan Luwis, N. (2019). Karakteristik Mekanik Panel Honeycomb Sandwich Berbahan Komposit Fibreglass dengan Dimensi Cell-Pitch 40mm dan Cell-Height 30mm. *Jurnal Rekayasa Hijau*. Vol. 2, No.3, Hal. 107-116.
- [3] Al Zakina, B.L., Saputra, A., Awaludin, A. (2019). Kuat Tekan Vertikal Dinding Panel Beton Expanded Polytirene dengan Perkuatan Papan Kalsium Silikat Penyambung Geser Baut. *Semesta Teknika*. Vol. 22, No. 2, Hal. 168-175.
- [4] Jainuri, V., dan Sukmono, T. (2021). Optimization of Inventory Costs Using the Continuous Review System (CRS) Method in Controlling the Need for Raw Materials for the Crimean Industry. *Academia Open Article type: (Business and Economics)*. Vol. 5, Hal. 1-14.
- [5] Prabawa, G.G., Darmawiguna, I.G.M., dan Wirawan, I.M.A. (2018) Pengembangan Sistem Pendukung Keputusan Pengendalian Persediaan Barang Menggunakan Metode Economic Order Quantity (EOQ) dan Min – Max Berbasis Web (Studi Kasus Apotek Sahabat Qita). *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika*. Vol 7, No. 2, Hal. 107-120.
- [6] Indriastiningsih, E., dan Darmawan, S. (2019). Analisa Pengendalian Persediaan Sparepart Motor Honda Beat Fi dengan Metode EOQ Menggunakan Peramalan Penjualan di Graha Karya Ahass XY. *Jurnal Dinamika Teknik*. Vol. 12, No.2, Hal. 24-43.
- [7] Rivaldy, R.F., dan Rusindiyanto. (2020). Analisa Perencanaan Bahan baku gear Bos Housing Dengan menggunakan Metode Dinamis Lot Sizing di PT.XYZ. *Jurnal Manajemen Industri dan Teknologi*. Vol.01, No.03, Hal 48-58.
- [8] Ryando D., dan Susanti, W. (2019). Penerapan Metode Economic Order Quality (EOQ) untuk menentukan Safety Stock dan Reorder Point (Studi Kasus: PT. Sinar Glassindo Jaya). *Jurnal Mahasiswa Aplikasi Teknologi Komputer dan Informasi*. Vol. 1, No.1, Hal. 76-84.
- [9] Ngantung, M., dan Jan, A.H. (2019). Analisis Peramalan Permintaan Obat Antibiotik pada Apotik Edelweis Tatelu. *Jurnal EMBA*. Vol. 7, No. 4, Hal. 4859-4867
- [10] Haryanti, N. (2019). Teori Permintaan Dalam Perspektif Ekonomi Islam dan Konvensional. *Jurnal Ilmu Akuntansi dan bisnis Syariah*. Vol. 1, No.2 , Hal 215-224.
- [11] Wahidah, N.H., dan Safirin, M.T. (2020). Analisa Pengendalian Persediaan Bahan Baku dengan Metode Fuzzy Inventory Control. *Jurnal manajemen Industri dan Teknologi*. Vol. 1, No. 4, Hal. 117-129.
- [12] Mulyati, S. (2020). Implementasi Logika Fuzzy dalam Optimasi Jumlah Produksi Barang Menggunakan Metode tsukamoto (Studi Kasus Toko XYZ Putih Situbondo). *Jurnal Teknik*. Vol. 9, No. 2, Hal. 66-77.
- [13] Azhariyani, G.N., dan Sukmono, T. (2022). Optimasi Perencanaan Persediaan Semen Dynamix dengan Metode Fuzzy Inventory Tsukamoto di PT TRACK. *Seminar Nasional & Call Paper Fakultas Sains dan Teknologi (SENASAINS 5th)*. Vol. .3
- [14] Fajrin, A.A. (2017). Optimasi Inventory produk dan Jumlah Pesanan dengan Fuzzylogic pada PT Hilti Nusantara Batam. *Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika (JEPIN)*. Vol.3, No. 2, Hal. 134-141.
- [15] Nurmuslimah, S., dan Sriwijaya, H. (2018). Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Jumlah Produksi Tahu Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto . *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan V*. Hal. 425-432.
- [16] Purnomo, D.E.H., Sunardiansyah, Y.A., dan Fariza, A.N. (2020). Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto Dalam Membantu Perencanaan Persediaan Bahan Baku Kayu Pada Industri Furnitur. *Jurnal Industri Xplora*. Vol. 5, No. 2, Hal. 59-68.
- [17] Panigoro, S., Dalai, H., Yunus, W. (2021). Prediksi Jumlah Produksi Tahu Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani. *Jurnal Nasional CosPhi*. Vol. 5, No.2, Hal. 42-45.
- [18] Asrori, M., dan Murdani, M, H. (2023). Sistem Pemberian Nutrisi Pada tanaman Hidroponik Menggunakan metode Fuzzy Berbasis Arduino. *The Journal Of System Engineering And Technological Innovation (JISTI)*. Vol. 02, No. 01, Hal. 91-99.
- [19] Setiawan, A., Yanto, B., dan Yasdomi, K. (2018). Logika Fuzzy Dengan Matlab (Contoh Kasus Penelitian Penyakit Bayi dengan Fuzzy Tsukamoto). Bali: Jayapangus Press.

- [20] Wiranto, I., Ridwan, W., dan Kadir, Y. (2022). Algoritma Hibrid Extended Kalman Filter dan Inferensi Fuzzy untuk Penjejakan target Bermanuver. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*. Vol. 4, No. 2, Hal 148-153
- [21] Mardhalena, M, M., dan Nathasia, N, D. (2022). Parking Sensore System Untuk Mendeteksi Jarak Aman kendaraan menggunakan sensore Ultrasonic Berbasis Arduino Uno Atmega328. *Jurnal Ilmiah dan Pembelajaran Informatika*. Vol. 07, No. 04, Hal. 1391-1400
- [22] Husaini, R. (2020). Sistem Pendukung Keputusan Pengendalian Stok Barang Berdasarkan Penjualan 212 Mart Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto. *Jurnal Informasi dan teknologi Ilmiah (INTI)*. Vol. 7, No.3, Hal. 209-297.

Conflict of Interest Statement:

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