

Penerapan *Fuzzy Inference System* Mamdani Untuk Menentukan Jumlah Pembelian Obat (Studi Kasus: Garuda Sentra Medika)

Rahmawati¹, Eka Pandu Cynthia², Intan Eria Elfi³

¹Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau

²Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau

³Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau

Email: rahmawati@uin-suska.ac.id, eka.pandu.cynthia@uin-suska.ac.id, elfiintaneria0807@gmail.com

Abstrak

Ketersediaan bahan baku yang tepat sangat terkait dengan jumlah produk yang akan diproduksi. Oleh karena itu prediksi produksi harus disesuaikan agar pemesanan stok bahan baku dapat diperhitungkan dengan tepat. Masalah persediaan merupakan permasalahan yang selalu dihadapi para pengambil keputusan dalam bidang persediaan. Persediaan dibutuhkan karena pada dasarnya pola permintaan tidak beraturan. Persediaan dilakukan untuk menjamin adanya kepastian bahwa pada saat dibutuhkan produk-produk tersebut tersedia. Masalah dalam persediaan adalah kesulitan dalam menentukan besarnya jumlah persediaan yang harus disediakan dalam memenuhi jumlah permintaan terhadap konsumen. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah pembelian obat di Garuda Sentra Medika dengan sistem inferensi *fuzzy* metode Mamdani berdasarkan data persediaan dan data penjualan. Penelitian ini menggunakan tiga variabel yaitu persediaan, penjualan dan pembelian dengan memiliki dua *input* yaitu persediaan dan penjualan serta satu *output* yaitu pembelian. Hasil dari penerapan *fuzzy inference system* metode Mamdani ini dapat membantu pihak perusahaan untuk menentukan jumlah pembelian obat dengan tingkat keberhasilan 99,35869%.

Kata kunci: *Fuzzy Inference System, Pembelian, Persediaan, Penjualan Obat.*

Abstract

The availability of the right raw materials is closely related to the number of products to be produced. Therefore the prediction of production must be adjusted so that the stock order of raw materials can be calculated correctly. Inventory problems are problems that are always faced by decision makers in the field of inventory. Supplies are needed because basically the demand pattern is irregular. Inventories are carried out to ensure that there is certainty that when needed these products are available. The problem in inventory is the difficulty in determining the amount of inventory that must be provided in meeting the number of requests to consumers. The purpose of this study was to determine the amount of drug purchases at Garuda Sentra Medika with the Mamdani method fuzzy inference system based on inventory data and sales data. This study uses three variables, namely inventory, sales and purchases by having two inputs, namely inventory and sales and one output, namely purchase. The results of the application of the fuzzy inference system Mamdani method can help the company to determine the amount of drug purchases with a success rate of 99.35869%.

Keywords: *Drug Sales, Fuzzy Inference System, Inventory, Purchasing.*

1. PENDAHULUAN

Ketersediaan bahan baku yang tepat sangat terkait dengan jumlah produk yang akan diproduksi. Oleh karena itu prediksi produksi harus disesuaikan agar pemesanan stok bahan baku dapat diperhitungkan dengan tepat. Masalah persediaan merupakan permasalahan yang selalu dihadapi para pengambil keputusan dalam bidang persediaan. Persediaan dibutuhkan karena pada dasarnya pola permintaan tidak beraturan. Persediaan dilakukan untuk menjamin adanya kepastian bahwa pada saat dibutuhkan produk-produk tersebut tersedia. Masalah dalam persediaan adalah kesulitan dalam menentukan besarnya jumlah persediaan yang harus disediakan dalam memenuhi jumlah permintaan terhadap konsumen.

Kekurangan persediaan dapat berakibat terhentinya proses produksi, dan ini menunjukkan persediaan termasuk masalah yang cukup krusial dalam operasional perusahaan. Besarnya nilai *buffer stock* dipengaruhi oleh besarnya permintaan dan waktu pesan *supply*. Terlalu besarnya persediaan atau banyaknya persediaan (*over stock*) dapat berakibat terlalu tingginya beban biaya guna menyimpan dan memelihara bahan selama

penyimpanan di gudang padahal barang tersebut masih mempunyai *opportunity cost* (dana yang bisa ditanamkan / diinvestasikan pada hal yang lebih menguntungkan).

Garuda sentra medika (GSM) adalah sebuah unit bisnis strategis dari PT. Garuda Indonesia (persero) yang memiliki fungsi utama melaksanakan pengelolaan fasilitas kesehatan dan pelayanan kesehatan untuk karyawan Garuda Group beserta keluarganya, serta pihak-pihak lain yang membutuhkan. Garuda sentra medika didirikan pada tahun 1949 yang memiliki beberapa cabang di cikokol, bekasi dan bintaro. Garuda sentra medika telah melakukan pengelolaan kesehatan dengan jumlah peserta mencapai hampir 35.000. (Berdasarkan data di garuda sentra medika)

Garuda Sentra Medika merupakan salah satu perusahaan retail yang sering mengalami masalah dalam persediaan obat. Salah satu masalah yang sering terjadi pada perusahaan ini adalah jumlah persediaan terlalu banyak dan tertumpuk lama sehingga sering sekali banyak obat yang sudah kadaluarsa atau *expired*. Keadaan ini menyebabkan perusahaan mengeluarkan biaya yang lebih besar karena banyaknya barang yang sudah kadaluarsa. Sebaliknya, apabila persediaan terlalu besar dan tidak sebanding dengan jumlah permintaan/penjualan, perusahaan akan mengalami kerugian akibat pertambahan biaya bunga uang modal yang tertanam dalam persediaan, pajak, asuransi, biaya penyusutan, penurunan harga, dan kerusakan akibat telah mencapai masa *expire*. [1]

Untuk mengatasi hal ini, maka diperlukan analisa dan pengolahan data historis transaksi penjualan dengan tujuan untuk menentukan tingkat persediaan yang harus tersedia serta kapan pembelian kembali dilakukan untuk menambah persediaan. Hal ini diperlukan untuk menjamin tersedianya persediaan yang tepat dalam kuantitas dan waktu yang tepat.

Pada penelitian ini menggunakan penerapan metode *Fuzzy Inference System*, dapat digunakan untuk menentukan jumlah dan kapan waktu pembelian produk untuk persediaan. Logika *fuzzy* dianggap mampu untuk memetakan suatu *input* kedalam suatu *output* tanpa mengabaikan faktor-faktor yang ada. Logika *fuzzy* diyakini sangat fleksibel dan memiliki toleransi terhadap data-data yang ada. Berdasarkan logika *fuzzy*, akan dihasilkan suatu model dari suatu sistem yang mampu memperkirakan pembelian obat untuk persediaan. Faktor-faktor yang mempengaruhi dalam menentukan pembelian obat untuk persediaan dengan logika *fuzzy* antara lain pembelian, persediaan dan penjualan. Optimasi jumlah pengadaan obat yang optimal merupakan bagian dari penentuan jumlah pengadaan obat, dan salah satu cara pengambilan keputusan dalam optimasi jumlah pengadaan yang optimal tersebut adalah dengan menggunakan Logika *fuzzy* metode mamdani karena sistem *fuzzy* mamdani memperbaiki kelemahan yang dimiliki oleh sistem *fuzzy* murni untuk menambah suatu perhitungan matematika sederhana sebagai bagian *THEN*. Pada perubahan ini, sistem *fuzzy* memiliki suatu nilai rata-rata tertimbang (*Weighted Average Values*) di dalam bagian aturan *fuzzy IF THEN*.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Fuzzy Logic

Logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input kedalam suatu ruang output. Titik awal dari konsep modern mengenai ketidakpastian adalah paper yang dibuat oleh Lofti A Zadeh (1965), dimana Zadeh memperkenalkan teori yang memiliki obyek-obyek dari himpunan *fuzzy* yang memiliki batasan yang tidak presisi dan keanggotaan dalam himpunan *fuzzy*, dan bukan dalam bentuk logika benar (*true*) atau salah (*false*), tapi dinyatakan dalam derajat (*degree*). Konsep seperti ini disebut dengan *Fuzziness* dan teorinya dinamakan *Fuzzy Set Theory*. *Fuzziness* dapat didefinisikan sebagai logika kabur berkenaan dengan semantik dari suatu kejadian, fenomena atau pernyataan itu sendiri.

2.2 Fungsi Keanggotaan

Adalah suatu grafik yang menunjukkan pemetaan titik-titik *input* data ke dalam derajat keanggotaan yang nilainya berada dalam interval 0 dan 1. Derajat keanggotaan adalah sebuah variabel *t* yang dilambangkan dengan yang diperoleh dengan melakukan pendekatan fungsi.

2.3 Metode Mamdani

Sistem inferensi *fuzzy* metode Mamdani dikenal juga dengan nama metode *Max-Min*. Metode Mamdani bekerja berdasarkan aturan-aturan linguistik. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim H. Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan *output* (hasil), diperlukan 4 tahapan :

1. Pembentukan Himpunan *Fuzzy*

Yaitu proses menentukan semua variabel yang terkait dalam proses yang akan ditentukan. Untuk masing-masing variabel *input*, tentukan suatu fungsi fuzzifikasi yang sesuai. Pada metode Mamdani, baik variabel *input* maupun variabel *output* dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*.

2. Aplikasi Fungsi Implikasi

Menyusun basis aturan, yaitu aturan-aturan berupa implikasi-implikasi *fuzzy* yang menyatakan relasi antara variabel *input* dengan variabel *output*. Pada metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah *Min*. Bentuk umumnya adalah sebagai berikut :

$$\text{Jika } a \text{ adalah } A_i \text{ dan } b \text{ adalah } B_i, \text{ maka } c \text{ adalah } C_i \quad (1)$$

dengan A_i , B_i , dan C_i adalah predikat-predikat *fuzzy* yang merupakan nilai linguistik dari masing-masing variabel. Banyaknya aturan ditentukan oleh banyaknya nilai linguistik untuk masing-masing variabel masukan.

3. Komposisi Aturan

Apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan kolerasi antar aturan. Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem *fuzzy*, yaitu :

a. Metode Max (Maximum)

Pada metode ini, solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakan nilai tersebut untuk memodifikasi daerah *fuzzy* dan mengaplikasikannya ke *output* dengan menggunakan operato *OR* (gabungan). Jika semua proporsi telah dievaluasi, maka *output* akan berisi suatu himpunan *fuzzy* yang merefleksikan kontribusi dari tiap-tiap proporsi. Secara umum dapat dituliskan :

$$\mu(x_i) = \max(\mu_{sf}(x_i), \mu_{kf}(x_i)) \quad (2)$$

dengan,

$\mu_{sf}(x_i)$ = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-*i*

$\mu_{kf}(x_i)$ = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke-*i*

b. Metode Additive (Sum)

Pada metode ini, solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara melakukan penjumlahan terhadap semua *output* daerah *fuzzy*.

c. Metode Probabilistik (probor)

Pada metode ini, solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara melakukan perkalian terhadap semua *output* daerah *fuzzy*.

4. Defuzzifikasi

Input dari proses penegasan adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan *output* yang dihasilkan merupakan suatu bilangan *real* yang tegas. Sehingga jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai tegas tertentu sebagai *output*. Ada beberapa cara metode penegasan yang biasa dipakai pada komposisi aturan Mamdani, dalam penelitian ini metode yang akan dipakai adalah metode *centroid (composite moment)*.

Metode Centroid (Composite Moment)

Pada metode ini, solusi tegas diperoleh dengan cara mengambil titik pusat daerah *fuzzy*. Secara umum dituliskan :

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n d_i \mu_{\tilde{A}_i}(d_i)}{\sum_{i=1}^n \mu_{\tilde{A}_i}(d_i)} \quad (3)$$

untuk domain diskret, dengan d_i adalah nilai keluaran pada aturan ke-*i* dan $\mu_{\tilde{A}_i}(d_i)$ adalah derajat keanggotaan nilai keluaran pada aturan ke-*i* sedangkan n adalah banyaknya aturan yang digunakan

$$Z_0 = \frac{\int_a^b U_{(z)} \cdot Z dz}{\int_a^b U_{(z)} dz} \quad (4)$$

untuk domain kontinu, dengan Z_0 adalah nilai hasil defuzzifikasi dan $\mu(Z)$ adalah derajat keanggotaan titik tersebut, sedangkan Z adalah nilai domain ke-*i*.

5. Ukuran Akurasi Peramalan

Menurut [2] model yang memiliki nilai kesalahan hasil peramalan terkecil yang akan dianggap sebagai model yang cocok, yaitu :

a. *Mean Squared Error (MSE)*

MSE merupakan kriteria prediksi dengan mengkuadratkan setiap *error* dan dibagi sebanyak jumlah data dengan perhitungan [3] :

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n (z_i - \hat{z}_i)^2}{n} \quad (5)$$

dengan z_i adalah hasil pembelian obat sebenarnya pada bulan sebelumnya dan \hat{z}_i nilai peramalan jumlah pembelian obat.

b. *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) merupakan suatu ukuran akurasi peramalan dari suatu metode peramalan. Caranya yaitu dengan menghitung selisih dari *output* yang diperoleh dengan data sebenarnya, kemudian dibagi dengan data sebenarnya. Hasilnya yang berbentuk persentase kemudian dimutlakan. Perhitungan ini dilakukan pada setiap amatan, kemudian dirata-ratakan. Hasil peramalan sangat bagus jika nilai *MAPE* kurang dari 10% sedangkan nilai *MAPE* dikatakan bagus jika kurang dari 20% (Harun, 1999). *MAPE* didefinisikan sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n |z_i - \hat{z}_i|}{n} \times 100\% \quad (6)$$

dengan :

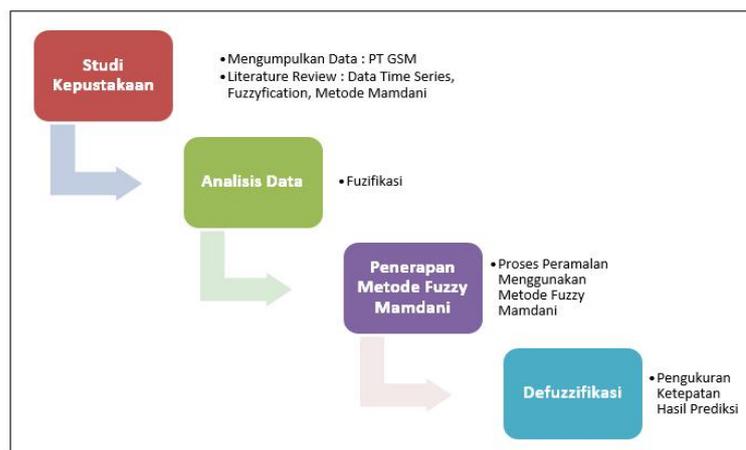
- Z_i = nilai data asli amatan ke-i.
- \hat{Z}_i = nilai ramalan amatan ke-i.
- n = banyaknya data.

Kriteria/kategori nilai *MAPE* menurut (Chang, Wang & Liu, 2007) adalah :

- 1) < 10 % (kemampuan peramalan sangat baik)
- 2) 10%-20% (kemampuan peramalan baik)
- 3) 20%-50% (kemampuan peramalan cukup)
- 4) > 50% (kemampuan peramalan buruk).

Namun menurut Makridakis, model yang tepat adalah model yang memiliki nilai *MAPE* sekitar 0%-30%. Jadi, dapat disimpulkan nilai *MAPE* 0% minimal cukup dan maksimal 30% untuk dijadikan sebagai *input* dari metode *fuzzy*.

3. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Metodologi Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode *Fuzzy Mamdani* dalam penelitian ini digunakan untuk menentukan jumlah pembelian obat untuk setiap bulannya pada tahun 2015. Dalam hal ini, pembelian obat dimisalkan sebagai objek, dan jumlah data persediaan, data penjualan, dan data pembelian setiap bulannya dimisalkan sebagai perlakuan (*sampel*). Metode uji yang digunakan untuk menentukan jumlah pembelian obat berdasarkan data persediaan dan penjualan dari bulan Januari - Desember dalam penelitian ini adalah metode *Fuzzy Mamdani*. Adapun data yang akan diuji dapat dilihat pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1. Data Obat di Garuda Sentra Medika pada bulan Januari-Desember (2015) dan bulan Januari (2016)

No	Bulan	Nexium 40 mg Tab		
		Persediaan	Penjualan	Pembelian
1	Januari	246	284	75
2	Februari	37	243	250
3	Maret	44	150	200
4	April	94	48	120
5	Mei	166	92	0
6	Juni	74	141	90
7	Juli	49	190	175
8	Agustus	34	75	100
9	September	59	58	120
10	Oktober	121	146	80
11	November	55	131	100
12	Desember	25	140	140
13	Januari	94	48	

Sumber : Garuda Sentra Medika

4.1 Pembentukan Himpunan Fuzzy

Fuzzifikasi adalah proses untuk merubah nilai *crisp* menjadi nilai *fuzzy*. Nilai *fuzzy* berupa himpunan *fuzzy* yang masing-masing akan memiliki derajat keanggotaan dengan rentang antara 0 hingga 1. Sebagaimana yang dijelaskan sebelumnya, variabel yang digunakan ada tiga macam, dua variabel sebagai *input* (variabel penjualan dan variabel persediaan), dan satu variabel sebagai *output*, yaitu pembelian obat. Masing-masing variabel memiliki himpunan *fuzzy* yaitu:

- Variabel Penjualan = {TURUN, NAIK} dengan domain {48 - 284}
- Variabel Persediaan = {SEDIKIT, BANYAK} dengan domain {25 - 246}

- Variabel Pembelian = {BERKURANG, BERTAMBAH} dengan domain {0 - 250}

Menentukan variabel yang terkait dalam proses yang akan ditentukan dan fungsi fuzzifikasi yang sesuai. Pada kasus ini, ada 3 variabel yang akan dimodelkan, yaitu:

1. Penjualan (x)(P_{nj}), terdiri atas 2 himpunan *fuzzy*, yaitu TURUN dan NAIK. Berdasarkan dari data permintaan terbesar dan terkecil tahun 2015, maka fungsi keanggotaan dirumuskan sebagai berikut:

$$\mu_{pnjTURUN}(x) = \begin{cases} 1 & , x < 48 \\ \frac{284-x}{284-48} & , 48 \leq x \leq 284 \\ 0 & , x > 284 \end{cases} \quad \mu_{pnjNAIK}(x) = \begin{cases} 1 & , x < 48 \\ \frac{x-48}{284-48} & , 48 \leq x \leq 284 \\ 0 & , x > 284 \end{cases}$$

2. Persediaan (y)(P_{sd}), terdiri atas 2 himpunan *fuzzy*, yaitu SEDIKIT dan BANYAK. Berdasarkan dari persediaan terbanyak dan terkecil tahun 2015, maka fungsi keanggotaan dirumuskan sebagai berikut:

$$\mu_{psdSEDIKIT}(y) = \begin{cases} 1 & , y < 25 \\ \frac{246-y}{246-25} & , 25 \leq y \leq 246 \\ 0 & , y > 246 \end{cases} \quad \mu_{psdBANYAK}(y) = \begin{cases} 1 & , y < 25 \\ \frac{y-25}{246-25} & , 25 \leq y \leq 246 \\ 0 & , y > 246 \end{cases}$$

3. Pembelian (z)(P_{emb}), terdiri atas 2 himpunan *fuzzy*, yaitu BERKURANG dan BERTAMBAH. Berdasarkan dari jumlah pembelian maksimum dan minimum perusahaan maka fungsi keanggotaan dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\mu_{pembBERKURANG}(z) = \begin{cases} 1 & , z < 0 \\ \frac{250-z}{250-0} & , 0 \leq z \leq 250 \\ 0 & , z > 250 \end{cases} \quad \mu_{pembBERTAMBAH}(z) = \begin{cases} 1 & , z < 0 \\ \frac{z-0}{250-0} & , 0 \leq z \leq 250 \\ 0 & , z > 250 \end{cases}$$

Proses *defuzzification* untuk data pertama yaitu jenis obat Nexium 40 Mg. Untuk menentukan jumlah pembelian pada bulan Januari 2016, maka dibutuhkan data persediaan awal Januari 2016 dan data penjualan pada Januari 2016. Dari data yang saya peroleh, jumlah persediaan nexium 40 Mg pada awal Januari adalah 94 dan jumlah penjualan nexium 40 Mg pada akhir Januari adalah 48.

Penyelesaian:

Jika diketahui penjualan obat bulan Januari 2016 adalah 48, maka :

$$\mu_{pnjTURUN}(48) = \frac{284-48}{284-48} = 1 \quad \mu_{pnjNAIK}(48) = \frac{48-48}{284-48} = 0$$

Jika diketahui persediaan obat bulan Januari 2016 adalah 94, maka :

$$\mu_{psdSEDIKIT}(94) = \frac{246-94}{246-25} = 0.687 \quad \mu_{psdBANYAK}(94) = \frac{94-25}{246-25} = 0.312$$

4.2 Aplikasi Fungsi Implikasi

Berdasarkan perhitungan di atas, maka aturan-aturan inferensi *fuzzy*nya dapat ditulis sebagai berikut:

[R1] JIKA penjualan TURUN, dan persediaan BANYAK, MAKA pembelian Barang BERKURANG.

$$\alpha_1 = U_{pnjTURUN} \cap U_{psdBANYAK}(94, 48) \\ = \min\{U_{pnjTURUN}(94), U_{psdBANYAK}(48)\}$$

$$= \min\{1; 0.312\}$$

$$= 0.312$$

[R2] JIKA penjualan TURUN, dan persediaan SEDIKIT, MAKA pembelian Barang BERKURANG.

$$\alpha_2 = U_{pnjTURUN} \cap U_{psdSEDIKIT} (94, 48)$$

$$= \min\{U_{pnjTURUN} (94), U_{psdSEDIKIT} (48)\}$$

$$= \min\{1; 0.687\}$$

$$= 0.687$$

[R3] JIKA penjualan NAIK, dan persediaan BANYAK, MAKA pembelian Barang BERTAMBAH.

$$\alpha_3 = U_{pnjNAIK} \cap U_{psdBANYAK} (94, 48)$$

$$= \min\{U_{pnjNAIK} (94), U_{psdBANYAK} (48)\}$$

$$= \min\{0; 0.312\}$$

$$= 0$$

[R4] JIKA penjualan NAIK, dan persediaan SEDIKIT, MAKA pembelian Barang BERTAMBAH.

$$\alpha_4 = U_{pnjNAIK} \cap U_{psdSEDIKIT} (94, 48)$$

$$= \min\{U_{pnjNAIK} (94), U_{psdSEDIKIT} (48)\}$$

$$= \min\{0; 0.687\}$$

$$= 0$$

4.3 Komposisi Aturan

Gabungan (*union*) himpunan-himpunan samar konsekuen semua aturan (atau maksimum dari semua derajat keanggotaan konsekuen semua aturan) sebagai berikut:

$$U_{(z)} = 0.312, \quad \text{sehingga :} \quad U_{(z)} = \frac{z}{250}$$

$$0.312 = \frac{z}{250}$$

$$z = 78.$$

Maka *centroid* dari gabungan semua inferensi berada pada $Z = 78$ dengan $\mu(z) = 0,312$

4.4 Defuzifikasi (Penegasan)

Metode penegasan yang akan digunakan adalah metode Centroid (dengan domain kontinu), yaitu menggunakan rumus (4). Maka untuk mempermudah dalam penghitungannya akan dibagi dalam penghitungannya berdasarkan dari masing-masing inferensi:

$$Z_0 = \frac{\int_a^b U_{(z)} \cdot Z dz}{\int_a^b U_{(z)} dz} = \frac{M_1 + M_2 + M_3}{A_1 + A_2 + A_3}$$

Dimana M_i adalah gabungan nilai domain ke- i dan derajat keanggotaan pada selang ke- i , dan A_i adalah derajat keanggotaan pada selang ke- i , dengan $i=1,2,3$.

1. Inferensi yang pertama merupakan fungsi linear, sehingga :

$$M_1 = \int_0^{78} U_{(z)} Z dz = \int_0^{78} 0.312 Z dz = 949.104$$

$$\text{Dan } A_1 = 0.312 \times 78 = 24.336$$

2. Inferensi kedua merupakan fungsi naik, sehingga :

$$M_2 = \int_{78}^{171.75} U_{(z)} Z dz = \int_{78}^{171.75} \frac{z}{250} Z dz = 6122.32$$

$$\text{Dan } A_2 = (0.312 + 0.687) \frac{171.75 - 78}{2} = 46.828$$

3. Inferensi ketiga merupakan fungsi linear, sehingga :

$$M_3 = \int_{171.75}^{250} U_{(z)} Z dz = \int_{171.75}^{250} 0.6877 Z dz = 11336.166$$

$$\text{Dan } A_3 = 0.687 (171.75 - 78) = 53.757$$

maka diperoleh banyaknya obat yang akan dibeli pada bulan Januari 2016 adalah:

$$Z = \frac{M_1 + M_2 + M_3}{A_1 + A_2 + A_3} = \frac{949.104 + 6122.32 + 11336.166}{24.336 + 46.828 + 53.757} = 147$$

Jadi dapat disimpulkan, melalui hasil defuzzifikasi ini diketahui bahwa pada bulan Januari 2016 Garuda Sentra Medika, terdapat persediaan sebesar 94 obat dan penjualan sebesar 48 obat sehingga seharusnya pembelian obat optimal sebesar 147 obat. Dengan menggunakan perhitungan yang sama dengan cara di atas, maka didapat jumlah pembelian obat dari bulan Januari - Desember 2015 menggunakan metode *fuzzy* Mamdani seperti pada Tabel 2 dan besarnya nilai *MAPE* dari dari tiap bulannya diperlihatkan pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 2. Optimalisasi pembelian obat dengan metode *fuzzy* mamdani

No	Bulan	Nexium 40 mg Tab			<i>Fuzzy Mamdani</i>
		Persediaan	Penjualan	Pembelian	
1	Januari	246	284	75	0.674
2	Februari	37	243	250	160.345
3	Maret	44	150	200	133.394
4	April	94	48	120	147
5	Mei	166	92	0	141.882
6	Juni	74	141	90	136.196
7	Juli	49	190	175	137.524
8	Agustus	34	75	100	163.649
9	September	59	58	120	161.39
10	Oktober	121	146	80	133.149
11	November	55	131	100	143.03
12	Desember	25	140	140	557.844

Tabel 3. Tabel perhitungan *MAPE* pembelian obat bulan Januari - Desember tahun 2015

No	Bulan	Jumlah pembelian	Fuzzy Mamdani	Error $ Z_i - \hat{Z}_i $	$\left(\frac{Z_i - \hat{Z}_i}{Z_i}\right) \times 100$
1	Januari	75	0.674	74.326	0.991
2	Februari	250	160.345	89.655	0.359
3	Maret	200	133.394	66.606	0.333
4	April	120	147	27	0.225
5	Mei	0	141.882	141.882	
6	Juni	90	136.196	46.196	0.513
7	Juli	175	137.524	37.476	0.214
8	Agustus	100	163.649	63.649	0.636
9	September	120	161.39	41.39	0.345
10	Oktober	80	133.149	53.149	0.664
11	November	100	143.03	43.03	0.430
12	Desember	140	557.844	417.844	2.985
Jumlah					7.969

Dari Tabel 3 dan persamaan (5), maka diperoleh *MSE* pembelian obat dari bulan Januari - Desember dengan bantuan Ms. Excel sebesar :

$$\begin{aligned}
 MSE &= \frac{\sum_{i=1}^{12} (z_i - \hat{z}_i)^2}{12} \\
 &= \frac{227431.088}{12} \\
 &= 18952.591
 \end{aligned}$$

dan menggunakan persamaan (6) maka diperoleh persentase rata-rata atau *Mean Absolue Percentage Error (MAPE)* pembelian obat dari bulan Januari-Desember sebesar :

$$\begin{aligned}
 MAPE &= \frac{\sum_{i=1}^{12} |z_i - \hat{z}_i|}{12} \times 100\% \\
 &= \frac{7.696}{12} \\
 &= 0.64131\%
 \end{aligned}$$

Hal ini berarti, hasil prediksi jumlah total pembelian obat Garuda Sentra Medika dengan metode *fuzzy Mamdani* pada bulan Januari 2016 sebesar 147 obat, dengan *MSE* sebesar 18952,591 dan nilai *MAPE* sebesar 0,64131%. Ini mengakibatkan tingkat keakuratan dari hasil perhitungan tersebut adalah sebesar $100\% - 0,64131\% = 99,35869\%$. Oleh karena nilai *MAPE* yang diperoleh $<10\%$, ini menunjukkan bahwa tingkat peramalan jumlah pembelian obat yang telah dilakukan pada bulan Januari - Desember pada Garuda Sentra Medika menggunakan metode *fuzzy Mamdani* sangatlah baik.

5. KESIMPULAN

Metode *Fuzzy Mamdani* dalam menentukan jumlah pembelian obat berdasarkan data persediaan dan data penjualan maka dapat disimpulkan:

1. Berdasarkan pengujian dan perhitungan yang sudah dilakukan maka logika *fuzzy* dengan metode Mamdani dapat membantu pihak perusahaan dalam menentukan jumlah pembelian obat berdasarkan data persediaan dan data penjualan.
2. Dari hasil uji coba yang dilakukan dengan metode *fuzzy Mamdani*, maka tingkat keberhasilan dalam menentukan pembelian obat mencapai 99,35869 % dari 20 jenis data obat yang dipilih secara acak.

3. Berdasarkan data persediaan dan data penjualan obat pada bulan Januari 2016 maka dengan fuzzy mamdani dapat di prediksi jumlah pembelian obat adalah 147.

DAFTAR PUSTAKA

- KARTIKA, DEVIA, dkk (2018). Penerapan Metode Fuzy Mamdani Untuk Memprediksi Angka Penjualan Token Berdasarkan Persediaan dan Jumlah Permintaan Pada PT PLN (Persero) Padang Berbasis Web. *Jurnal KomTekInfo Vol. 5, No. 1*, ISSN :2356-0010 , eISSN :2502-8758. 81-95.
- HARYANTO, dkk. (2015). *Penerapan Metode Fuzzy Mamdani Dalam Memprediksi Tingginya Pemakaian Listrik: Studi Kasus Kelurahan ABC. Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia.*
- SUKANDY, DWI MARTHA. dkk. (2019). Implementasi Metode Fuzzy Mamdani Untuk Menentukan Jumlah Produksi Berdasarkan Jumlah Permintaan dan Data Persediaan. *Skripsi*. STMIK GI MDP.
- SIMANULLANG, ANITARIA, dkk (2017). Menentukan Jumlah Produksi Berdasarkan Permintaan dan Persediaan Dengan Logika Fuzzy Menggunakan Metode Mamdani. *Seminar Nasional Matematika: Peran Alumni Matematika dalam Membangun Jejaring Kerja dan Peningkatan Kualitas Pendidikan*, Fakultas Matematika Universitas Negeri Medan. ISBN:978-602-17980-9-6.
- NINGSIH, NURLIA, dkk. 2017. Penerapan fuzzy Mamdani untuk Memprediksi Penjualan Gula, *Seminar Matematika dan Pendidikan Matematika UNY*, 153-160.
- RAHMADENI. (2014). *Penerapan Fuzzy Logic Dalam Menganalisis Tingkat Pendapatan Akhir Konsultan Produk Multi Level Marketing: Studi Kasus PT. Orindo Alam Ayu Cabang Pekanbaru*. *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri* .Vol. 11 No. 2.