

APLIKASI LOGIKA FUZZY METODE MAMDANI DALAM PENGAMBILAN KEPUTUSAN PENENTUAN JUMLAH PRODUKSI

Muchammad Abrori dan Amrul Hinung Prihamayu

ABSTRAK

Perencanaan pengambilan keputusan perusahaan dalam menentukan jumlah produk pada satu periode selanjutnya, bergantung pada sisa persediaan dari satu periode sebelumnya dan juga perkiraan jumlah permintaan pada satu periode selanjutnya. Jumlah permintaan dan persediaan merupakan suatu ketidakpastian. Logika Fuzzy merupakan salah satu ilmu yang dapat menganalisa ketidakpastian. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penggunaan aplikasi logika Fuzzy metode Mamdani dalam pengambilan keputusan penentuan jumlah produksi. Pada penelitian ini digunakan metode Mamdani atau yang biasa disebut metode Min-Max, baik yang menggunakan dua variabel linguistik maupun yang menggunakan tiga variabel linguistik. Untuk mendapatkan keluaran dari metode ini diperlukan 4 tahapan yakni; 1) Pembentukan himpunan fuzzy; 2) Aplikasi fungsi implikasi; 3) Komposisi aturan ; 4) Defuzzifikasi, dari hasil defuzzifikasi inilah kita bisa menentukan keputusan yang akan diambil.

Kata kunci: Logika Fuzzy, Metode Mamdani, Penentuan Jumlah Produksi, Pengambilan Keputusan

ABSTRACT

Corporate planning in determining the amount of the product decision-making for the next period depends on the remaining inventory from the previous period and also the estimated amount of demand in the next period. Total demand and supply are uncertain. Fuzzy logic is a technique to analyze uncertainty. The purpose of this study is to investigate the use of Fuzzy logic applications using Mamdani method for decision making determination of total production. This study uses the Mamdani method or commonly called Min-Max method, whether using two linguistic variables nor three linguistic variables to get output from this method required four stages, namely: 1) Establishment of fuzzy sets; 2) Function implications application; 3) The composition rules; 4) Defuzzification, hence the decisions can be determined from the result of defuzzification.

Keywords: Fuzzy Logic, Mamdani method, Determination of Total Production, Decision Making

PENDAHULUAN

Kehidupan manusia tidak terlepas dari bermacam-macam persoalan, termasuk di dalamnya adalah persoalan bisnis. Beragam bisnis dijalankan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya baik berskala lokal maupun global. Seiring dengan perkembangan jaman, bisnis dunia terus berubah dan menjadi modern. Bisnis ini dilakukan untuk memperoleh kemakmuran. Salah satu kegiatan bisnis yang sangat penting adalah industri, baik industri barang maupun jasa (Khoiruddin, 2011).

Pada saat ini hampir semua perusahaan yang bergerak di bidang industri dihadapkan pada suatu masalah yaitu adanya tingkat persaingan yang sedemikian kompetitif. Hal ini mengharuskan perusahaan untuk merencanakan atau menentukan jumlah produksi, agar dapat memenuhi permintaan pasar dengan tepat waktu dan dengan jumlah yang sesuai. Sehingga diharapkan keuntungan perusahaan akan optimal (Djunaidi dkk, 2005).

Keuntungan yang maksimal diperoleh dari penjualan yang maksimal. Penjualan yang maksimal artinya dapat memenuhi permintaan-permintaan yang ada. Apabila jumlah produk yang diproduksi oleh perusahaan kurang dari jumlah permintaan maka perusahaan akan kehilangan peluang untuk mendapatkan keuntungan yang maksimal. Sebaliknya apabila jumlah produk yang diproduksi jauh lebih banyak dari jumlah permintaan maka perusahaan akan mengalami kerugian. Oleh karena itu perencanaan jumlah produk dalam suatu perusahaan sangatlah penting agar dapat memenuhi permintaan pasar dengan tepat dan dengan jumlah yang sesuai. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam menentukan jumlah produk, antara lain: sisa persediaan satu periode sebelumnya dan perkiraan jumlah permintaan satu periode selanjutnya (Haryati, 2011)

Pembatasan masalah dalam suatu pene-

litian sangatlah penting, guna menghindari kesimpangsiuran terhadap objek dari suatu penelitian dan untuk membantu penulis lebih fokus dan terarah sesuai dengan tema penelitian. Dibatasi masalah sebagai berikut:

1. Data yang diambil merupakan data sekunder.
2. Data yang digunakan sudah cukup.
3. Inventory di akhir periode digunakan kembali untuk periode selanjutnya.
4. Inflasi dianggap sebagai faktor luar (dianggap tidak ada).
5. Faktor acak seperti bencana alam, perang dll. dianggap tidak ada (diabaikan).

Dirumuskan permasalahan penelitian sebagai berikut:

Bagaimana penggunaan aplikasi logika *Fuzzy* metode Mamdani dalam pengambilan keputusan penentuan jumlah produksi?

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penggunaan aplikasi logika *Fuzzy* metode Mamdani dalam pengambilan keputusan penentuan jumlah produksi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, antara lain sebagai berikut:

1. Memberikan pengetahuan tentang cara menentukan jumlah produksi menggunakan metode *Fuzzy* Mamdani.
2. Sebagai masukan atau informasi yang bermanfaat bagi industri dalam merencanakan jumlah produk.

Logika *Fuzzy* (Djunaidi, dkk, 2005)

Dalam kondisi yang nyata, terdapat beberapa aspek dalam dunia nyata yang selalu atau biasanya berada di luar model matematis dan bersifat *inexact*. Konsep ketidakpastian inilah yang menjadi konsep dasar munculnya konsep logika *fuzzy*.

Pencetus gagasan logika *fuzzy* adalah Prof. L. A. Zadeh (1965) dari California University. Pada prinsipnya himpunan *fuzzy* adalah

perluasan himpunan *crisp*, yaitu himpunan yang membagi sekelompok individu ke dalam dua kategori, yaitu anggota dan bukan anggota.

Himpunan Fuzzy (Kusumadewi, 2004 : 3)

Kalau pada himpunan *crisp*, nilai keanggotaan hanya ada dua kemungkinan, yaitu 0 atau 1, pada himpunan *fuzzy* nilai keanggotaan terletak pada rentang 0 sampai 1. Apabila x memiliki nilai keanggotaan $\mu_A[x]=0$ berarti x tidak menjadi himpunan A , demikian pula apabila x memiliki nilai keanggotaan $\mu_A[x]=1$ berarti x menjadi anggota penuh pada himpunan A .

Atribut Himpunan Fuzzy (Kusumadewi, 2004 : 6)

- a) Linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti: MUDA, PAROBAYA, TUA.
- b) Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel seperti: 40, 25, 50, dsb.

Fungsi Keanggotaan (Kusumadewi, 2004 : 8)

Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaan yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan diantaranya:

1. Representasi Linear
2. Representasi Kurva Segitiga
3. Representasi Kurva Trapesium
4. Representasi Kurva Bentuk Bahu

Operator Dasar Zadeh untuk Operasi Himpunan Fuzzy (Kusumadewi, 2004 : 25)

Seperti halnya himpunan konvensional, ada beberapa operasi yang didefinisikan secara

husus untuk mengkombinasi dan memodifikasi himpunan *fuzzy*. Nilai keanggotaan sebagai hasil dari operasi dua himpunan sering dikenal dengan nama *fire strength* atau α -predikat. Ada tiga operator dasar yang diciptakan oleh Zadeh, yaitu:

1. Operator AND
2. Operator OR
3. Operator NOT

Fungsi implikasi (Kusumadewi, 2004 : 30)

Tiap-tiap aturan (proporsi) pada basis pengetahuan *fuzzy* akan berhubungan dengan suatu relasi *fuzzy*. Bentuk umum dari aturan yang digunakan dalam fungsi implikasi adalah:

IF x is A THEN y is B

Dengan x dan y adalah skalar, dan A dan B adalah himpunan *fuzzy*. Proporsi yang mengikuti IF disebut sebagai anteseden, sedangkan proporsi yang mengikuti THEN disebut sebagai konsekuen. Proposisi ini dapat diperluas dengan menggunakan operator *fuzzy*, seperti:

IF $(x_1 \text{ is } A_1) \bullet (x_2 \text{ is } A_2) \bullet (x_3 \text{ is } A_3) \bullet \dots \bullet (x_N \text{ is } A_N) \bullet$ THEN y is B

Dengan \bullet adalah operator (misal: OR atau AND).

Secara umum, ada dua fungsi implikasi yang dapat digunakan, yaitu Min dan Dot.

Komposisi Aturan-aturan Fuzzy untuk Inferensi (Kusumadewi, 2002 : 93)

Apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Salah satu metodenya adalah Metode *Max* (*Maximum*)

Defuzzifikasi (Kusumadewi, 2002 : 97)

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan *output* yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada

domain himpunan *fuzzy* tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam *range* tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai crisp tertentu sebagai *output*.

Ada beberapa metode defuzzifikasi pada komposisi aturan, salah satunya adalah Metode *Centroid* (*Composite Moment*)

Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil titik pusat daerah *fuzzy*.

METODE PENELITIAN

Tahap-tahap yang dilakukan dalam tugas akhir ini adalah identifikasi masalah, studi literatur, pengumpulan data, dan penentuan jumlah produk. Pada tahap identifikasi masalah, permasalahan yang dibahas dalam skripsi ini adalah menentukan jumlah produk menggunakan metode *Fuzzy Mamdani*.

Pada tahap studi literatur dan pengumpulan data dilakukan pengumpulan data sekunder dari perusahaan produksi dan studi literatur. Studi ini meliputi hal-hal yang berkaitan dengan *Fuzzy Mamdani*.

Pada tahap selanjutnya akan dilakukan penentuan jumlah produk, yaitu proses perencanaan jumlah produk dengan dua variabel input menggunakan logika *fuzzy* metode Mamdani.

PEMBAHASAN

Metode Mamdani (Kusumadewi dan Purnomo, 2004 : 39)

Metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama metode MIN - MAX. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan output diperlukan 4 tahapan, diantaranya:

1. Pembentukan Himpunan *Fuzzy*

Pada metode Mamdani baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*, dan di

setiap variabel input maupun output terdapat variabel linguistik.

2. Aplikasi Fungsi Implikasi

Pada Metode Mamdani, setelah diperoleh variabel input dan output, langkah selanjutnya adalah menentukan aplikasi fungsi implikasi, fungsi implikasi yang digunakan adalah.

3. Komposisi Aturan

Setelah diperoleh hasil dari fungsi implikasi, langkah selanjutnya adalah menentukan komposisi tiap-tiap aturan dan metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem *fuzzy*, yaitu Metode MAX (maximum).

4. Defuzzifikasi

Input dari proses defuzzy adalah suatu himpunan *fuzzy*, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Salah satu metode dari defuzzifikasi adalah metode *centroid*. Metode centroid dapat disebut *Center of Area* (*Center of Gravity*) adalah metode yang paling lazim dan paling banyak diusulkan oleh banyak peneliti untuk digunakan.

Kasus 1

Sebuah perusahaan yang bergerak dalam bidang distribusi *ice cream* dan *frozen food* yakni PT. Sukanda Djaya mendistribusikan produk *juice apple*. Menurut data satu tahun (periode September 2009 – Agustus 2010), permintaan produk terbesar mencapai 934 kemasan perbulan. Persediaan produk terbanyak mencapai 198 kemasan perbulan. Data jumlah permintaan tiap bulan, persediaan tiap bulan dan pemesanan produk tiap bulan dapat dilihat pada tabel 1. Metode Mamdani digunakan untuk menentukan jumlah pemesanan produk untuk bulan September 2010, dengan data permintaan dan persediaan produk pada bulan Agustus 2010 masing-masing adalah 540 kemasan dan 132 kemasan.

Pemesanan pada perusahaan tersebut menggunakan empat aturan *fuzzy* sebagai berikut:

- [R1] JIKA permintaan TURUN dan persediaan BANYAK, MAKA pemesanan BERKURANG
- [R2] JIKA permintaan TURUN dan persediaan SEDIKIT, MAKA pemesanan BERKURANG
- [R3] JIKA permintaan NAIK dan persediaan BANYAK, MAKA pemesanan BERTAMBAH
- [R4] JIKA permintaan NAIK dan persediaan SEDIKIT, MAKA pemesanan BERTAMBAH

Tabel 1 Jumlah Permintaan, Persediaan dan Pemesanan Produk

PERIODE	BULAN	PERMINTAAN	Persediaan	Pemesanan
1	September	442	112	450
2	Oktober	414	42	510
3	November	608	120	570
4	Desember	448	77	450
5	Januari	355	44	420
6	Februari	347	74	330
7	Maret	570	57	690
8	April	503	178	360
9	Mei	934	69	1020
10	Juni	818	198	840
11	Juli	498	153	510
12	Agustus	104	132	643

Sumber data : Laporan Kerja Praktek UIN Sunan Kalijaga (Khoiruddin, 2011)

Penyelesaian Kasus 1

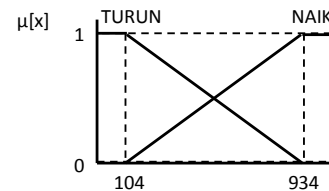
1. Pembentukan Himpunan Fuzzy

Pembentukan himpunan *fuzzy* merupakan langkah pertama yang dilakukan saat menggunakan Metode Mamdani. Ada tiga variabel *fuzzy* yang akan dimodelkan, yaitu:

- Permintaan; terdiri-atas dua himpunan *fuzzy*, yaitu; TURUN dan NAIK.
- Persediaan; terdiri-atas dua himpunan *fuzzy*, yaitu; SEDIKIT, dan BANYAK.

- Pemesanan; terdiri-atas dua himpunan *fuzzy*, yaitu; BERKURANG, dan BERTAMBAH.

a) Variabel Permintaan

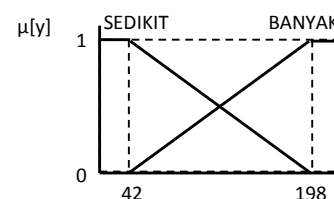


Gambar 1. Representasi variabel permintaan

Jika permintaan sebesar 540, maka nilai keanggotaan *fuzzy* pada tiap-tiap himpunan adalah:

- Himpunan *fuzzy* Turun, $\mu_{PMTTurun}[540] = 0,47$
- Himpunan *fuzzy* Naik, $\mu_{PMTNaik}[540] = 0,53$

b) Variabel Persediaan

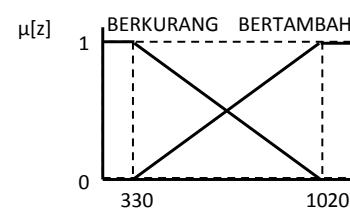


Gambar 2. Representasi variabel persediaan

Jika persediaan sebesar 132, maka nilai keanggotaan *fuzzy* pada tiap-tiap himpunan adalah:

- Himpunan *fuzzy* Rendah, $\mu_{PSDSedikit}[132] = 0,42$
- Himpunan *fuzzy* Tinggi, $\mu_{PSDBanyak}[132] = 0,58$

c) Variabel Pemesanan



Gambar 3. Representasi variabel pemesanan

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu_{\text{PSNBerkurang}}[z] = \begin{cases} 1; z \leq 330 \\ \frac{1020-z}{690}; 330 \leq z \leq 1020 \\ 0; z \geq 1020 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{PSNBertambah}}[z] = \begin{cases} 0; z \leq 330 \\ \frac{z-330}{690}; 330 \leq z \leq 1020 \\ 1; z \geq 1020 \end{cases}$$

2. Aplikasi Fungsi Implikasi

Aplikasi yang digunakan adalah aturan MIN.

[R1] JIKA permintaan TURUN dan persediaan BANYAK, MAKA pemesanan BERKURANG

$$\alpha\text{-predikat1} = 0,47$$

[R2] JIKA permintaan TURUN dan persediaan SEDIKIT, MAKA pemesanan BERKURANG

$$\alpha\text{-predikat2} = 0,47$$

[R3] JIKA permintaan NAIK dan persediaan BANYAK, MAKA pemesanan BERTAMBAH

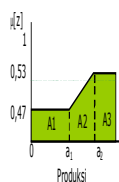
$$\alpha\text{-predikat3} = 0,53$$

[R4] JIKA permintaan NAIK dan persediaan SEDIKIT, MAKA pemesanan BERTAMBAH

$$\alpha\text{-predikat4} = 0,42$$

3. Komposisi Aturan

Metode yang digunakan untuk melakukan komposisi antar semua aturan adalah metode MAX.



Gambar 4. Daerah hasil komposisi

Dengan demikian, fungsi keanggotaan untuk hasil komposisi ini adalah:

$$\mu[z] = \begin{cases} 0,47; z \leq 653,97 \\ \frac{z-330}{690}; 653,97 \leq z \leq 695,35 \\ 0,53; z \geq 695,35 \end{cases}$$

4. Defuzzifikasi

Penegasan atau *defuzzy* dikerjakan menggunakan metode centroid.

$$z = \frac{100.504,96 + 13.966,27 + 147.575,42}{307,37 + 20,69 + 172}$$

$$= 523,96$$

Jadi jumlah pemesanan produk untuk bulan September 2010, dengan data permintaan dan persediaan produk pada bulan Agustus 2010 masing-masing adalah 540 kemasan dan 132 kemasan adalah sebanyak 524.

Kasus 2

Suatu perusahaan makanan akan memproduksi coklat jenis H. Data biaya produksi enam bulan terakhir coklat jenis H rata-rata sekitar Rp 750,00 per bungkus dan maksimum mencapai Rp 1.500,00 per bungkus, sedangkan data permintaan rata-rata mencapai 50.000 bungkus dan maksimum mencapai 100.000 bungkus. Sampai saat ini perusahaan tersebut baru mampu memproduksi coklat jenis H maksimal sebanyak 140.000 bungkus. Metode Mamdani digunakan untuk menentukan jumlah produksi coklat jenis H, dengan data biaya produksi dan permintaan produk masing-masing adalah Rp 800,00 per bungkus dan 45.000 kemasan.

Pemesanan pada perusahaan tersebut menggunakan tiga aturan *fuzzy* sebagai berikut:

[R1] JIKA biaya produksi RENDAH dan permintaan NAIK, MAKA produksi BERTAMBAH

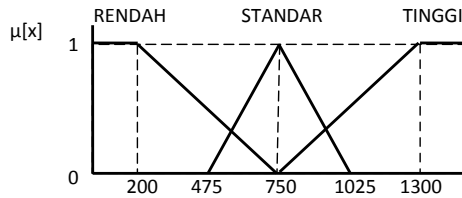
[R2] JIKA biaya produksi STANDAR, MAKA produksi NORMAL

[R3] JIKA biaya produksi TINGGI dan permintaan SEDIKIT, MAKA produksi BERKURANG

Penyelesaian Kasus 2

1. Pembentukan Himpunan Fuzzy

a) Variabel Biaya Produksi

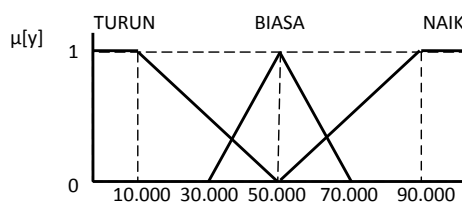


Gambar 5. Representasi variabel biaya produksi

Jika biaya produksi sebesar Rp 800, maka nilai keanggotaan fuzzy pada tiap-tiap himpunan adalah:

- Himpunan fuzzy Rendah,
 $\mu_{\text{PMT Rendah}}[800] = 0,0$
- Himpunan fuzzy Standar,
 $\mu_{\text{PMT Standar}}[800] = 0,82$
- Himpunan fuzzy Tinggi,
 $\mu_{\text{PMT Tinggi}}[800] = 0,09$

b. Variabel Permintaan

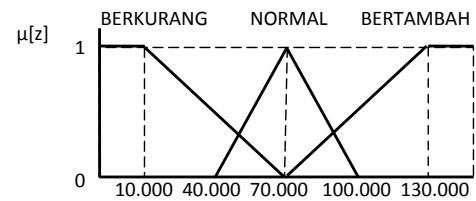


Gambar 6. Representasi variabel permintaan

Jika permintaan sebesar 45.000, maka nilai keanggotaan fuzzy pada tiap-tiap himpunan adalah:

- Himpunan fuzzy Turun,
 $\mu_{\text{PSD Turun}}[45.000] = 0,125$
- Himpunan fuzzy Biasa,
 $\mu_{\text{PSD Biasa}}[45.000] = 0,75$
- Himpunan fuzzy Naik,
 $\mu_{\text{PSD Naik}}[45.000] = 0,0$

c. Variabel Produksi



Gambar 7. Representasi variabel produksi

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu_{\text{PSNBerkurang}}[z] = \begin{cases} 1; z \leq 10.000 \\ \frac{70.000 - z}{60.000}; 10.000 \leq z \leq 70.000 \\ 0; z \geq 70.000 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{PSNNormal}}[z] = \begin{cases} 0; z \leq 40.000 \text{ atau } z \geq 100.000 \\ \frac{z - 40.000}{30.000}; 40.000 \leq z \leq 70.000 \\ \frac{100.000 - z}{30.000}; 70.000 \leq z \leq 100.000 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{PSNBertambah}}[z] = \begin{cases} 0; z \leq 70.000 \\ \frac{z - 70.000}{60.000}; 70.000 \leq z \leq 130.000 \\ 1; z \geq 130.000 \end{cases}$$

2. Aplikasi Fungsi Implikasi

Aplikasi yang digunakan adalah aturan MIN.

[R1] JIKA biaya produksi RENDAH dan permintaan NAIK, MAKA produksi BERTAMBAH

$$\alpha\text{-predikat1} = 0,0$$

[R2] JIKA biaya produksi STANDAR, MAKA produksi NORMAL tidak menggunakan operator, sehingga:

$$\alpha\text{-predikat2} = 0,82$$

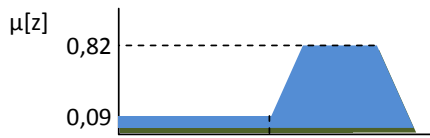
[R3] JIKA biaya produksi TINGGI dan permintaan SEDIKIT, MAKA produksi BERKURANG

$$\alpha\text{-predikat3} = 0,09$$

3. Komposisi Aturan

Metode yang digunakan untuk melakukan komposisi antar semua aturan adalah metode MAX.

Dengan demikian, fungsi keanggotaan untuk hasil komposisi ini adalah:



Gambar 8. Daerah hasil komposisi

$$\mu [z] = \begin{cases} 0,09; z \leq 42.700 \\ \frac{Z - 40.000}{30.000}; 42.700 \leq z \leq 64.600 \\ 0,82; 64.600 \leq z \leq 75.400 \\ \frac{70.000 - z}{30.000}; 75.400 \leq z \leq 100.000 \\ 0; z \geq 100.000 \end{cases}$$

4. Defuzzifikasi

Penegasan atau *defuzzy* dikerjakan menggunakan metode centroid.

$$z = \frac{82.048.050 + 563.771.700 + 619.920.000 + 843.189.600}{3.843 + 9.964,5 + 8.856 + 10.086} = 64.395,77$$

Jadi jumlah produksi coklat jenis H, dengan data biaya produksi dan permintaan produk masing-masing adalah Rp 800,00 per bungkus dan 45.000 kemasan adalah sebanyak 64.396.

PENUTUP

Berdasarkan penelitian yang telah penulis lakukan mengenai aplikasi logika *fuzzy* menggunakan metode mamdani dalam pengambilan keputusan penentuan jumlah produksi, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Penentuan jumlah produksi, jika hanya menggunakan dua variabel sebagai input datanya, baik yang menggunakan dua variabel linguistik maupun yang menggunakan tiga

variabel linguistik, pada logika *fuzzy* metode Mamdani untuk mendapatkan output, diperlukan 4 tahapan:

1. Pembentukan himpunan *fuzzy*
2. Aplikasi fungsi implikasi (aturan)
3. Komposisi aturan
4. Defuzzifikasi

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan dua variabel input dan tiap tiap variabel inputnya, ada yang menggunakan dua variabel linguistik dan ada juga yang menggunakan tiga variabel linguistik. Untuk selanjutnya bisa dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan variabel input yang lebih dari dua dan variabel linguistiknya lebih dari tiga.

REFERENSI

- Djunaidi, M., Eko S., & Fajar W.A. 2005. Penentuan Jumlah Produksi dengan Aplikasi Metode *Fuzzy*-Mamdani. Jurnal Ilmiah Teknik Industri. Vol. 4, No. 2, , 95-104.
- Endah, H.N. 2011 . Perencanaan Jumlah Produk Menggunakan Metode *Fuzzy* Mamdani Berdasarkan Prediksi Permintaan. Jurnal Ilmiah Matematika FMIPA-ITS.
- Khoiruddin, Muhammad .2011 . Usulan Jumlah Pemesanan Juice Apple Menggunakan Metode *Fuzzy* Tsukamoto . Laporan Kerja Praktek UIN Sunan Kalijaga
- Kusumadewi, Sri. 2002. Analisis & Desain Sistem *Fuzzy* Menggunakan Toolbox Matlab. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Kusumadewi, Sri.,& P, Hari. 2004. Aplikasi Logika *Fuzzy* untuk Pendukung Keputusan. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Martono, Koko. 1999. Kalkulus. Jakarta: Erlangga.

- Sadda, Renno W.M. 2010 . Penentuan Jumlah Pengadaan Produk yang Optimal Menggunakan Metode *Fuzzy* Sugeno di PT. Sukanda Djaya, Yogyakarta. Laporan Kerja Praktek UIN Sunan Kalijaga
- Setiadji. 2009. Himpunan & Logika Samar serta Aplikasinya, Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Stewart, James. 2001. Kalkulus. Jakarta: Erlangga.