

## PENERAPAN LOGIKA *FUZZY* DALAM OPTIMASI PRODUKSI BARANG MENGGUNAKAN METODE MAMDANI

**Wahyu Toto Priyo**

FKIP – Universitas Dr. Soetomo

wahyutoto23@gmail.com

**Abstract :** *Development and revolution of the era are always followed by the development of technology and sciences. Along with the development of the era, it will be found various problems in various aspects of life, including in the field of industry. Often companies experience obstacles in meeting the number of requests from consumers, or even the amount of inventory of many goods. From these problems required an appropriate solution for production problems can be resolved. In this research, we will apply Fuzzy Logic as one of alternative solution of goods production problem, that is by using Mamdani method, with the quantity of demand and inventory of goods as input variable and quantity of goods produced as output variable. Then followed by 4 stages, namely: (a) Formation of fuzzy set by fuzzification process, (b) Application of implication function, (c) Composition of rules with maximum method, (d) Process defuzzification with centroid method that will result outout amount of goods which must be produced by the company. From the results of the analysis that has been done, by entering the input variables the number of requests amounted to 54,900 units and the amount of inventory amounted to 4060 units produce output production amounted to 46,600 units.*

**Keywords:** *Fuzzy Logic, Mamdani methode, goods production*

### **Pendahuluan**

Sehubungan dengan berkembangnya perusahaan industri yang semakin maju dan ketatnya persaingan usaha, maka banyak perusahaan harus menggunakan berbagai strategi agar tetap mampu bersaing dengan perusahaan lainnya. Salah satu strateginya adalah dengan perencanaan produksi yang bagus dan matang. Perencanaan produksi dapat didefinisikan sebagai proses untuk memproduksi barang-barang pada suatu periode tertentu sesuai yang diramalkan atau dijadwalkan melalui pengorganisasian sumber daya seperti tenaga kerja, bahan baku, mesin dan peralatan lainnya. Perencanaan produksi menuntut penaksir atas permintaan produk atau jasa yang diharapkan akan disediakan perusahaan di masa yang akan datang. Dengan demikian, peramalan merupakan bagian integral dari perencanaan produksi (Buffa et al, 1996).

Pada perusahaan, optimasi produksi barang akan memberikan pengaruh besar, karena selain untuk pengoptimalan bahan

bakuyang digunakan, hal ini juga akan berpengaruh besar pada sektor biaya atau finansial. Optimasi produksi barang pada perusahaan berpengaruh pada sektor finansial karena dapat memperkirakan pembelajaran bahan baku, selain itu juga dalam hal biaya produksi maupun biaya transportasi dan penyimpanan.

Banyaknya faktor yang terlibat dalam perhitungan menjadi kendala pembuat keputusan dalam mengambil kebijakan menentukan jumlah barang yang akan diproduksi. Beberapa dari faktor-faktor tersebut diantaranya adalah permintaan maksimum dan minimum dalam periode tertentu, persediaan maksimum dan minimum dalam periode tertentu, produksi maksimum dan minimum dalam periode tertentu, permintaan saat ini, serta persediaan saat ini. Untuk itulah diperlukan sebuah metode untuk mengatasi masalah tersebut.

Ada tiga metode dalam sistem inferensi *fuzzy* yang dapat digunakan untuk menentukan jumlah barang yang harus diproduksi, yaitu : metode Mamdani, metode

Tsukamoto, dan metode Sugeno (Setiadji, 2009: 195). Penjelasan mengenai ketiga metode tersebut sebagai berikut :

1. Metode Mamdani (*Min-Max*)

Untuk metode ini, pada setiap aturan yang berbentuk implikasi (“sebab-akibat”) antesenden yang berbentuk konjungsi (AND) mempunyai nilai keanggotaan berbentuk minimum (min), sedangkan konsekuen gabungannya berbentuk maksimum (max), karena himpunan aturan-aturannya bersifat independen (tidak saling bergantung).

2. Metode Tsukamoto

Pada metode Tsukamoto, setiap aturan direpresentasikan menggunakan himpunan-himpunan *fuzzy*, dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Untuk menentukan nilai yang tegas (*output crisp/crisp solution*) dicari dengan cara mengubah *input* (berupa himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*) menjadi suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Cara ini disebut dengan defuzzifikasi (penegasan). Metode defuzzifikasi dalam metode ini menggunakan rata-rata terpusat (*Center Average Defuzzifier*).

3. Metode Takagi-Sugeno

Metode Takagi-Sugeno adalah metode dengan mwngasumsikan suatu sistem dengan  $m$  input, yaitu  $x_1, x_2, \dots, x_m$  dan satu *output* yaitu  $Y$ . Pada dasarnya model *fuzzy* dari system ini terdiri atas basis aturan dengan  $n$  aturan penarikan kesimpulan *fuzzy*.

Pada penelitian ini peneliti akan menggunakan Metode Mamdani untuk menyelesaikan permasalahan jumlah produksi barang. Karena Metode Mamdani lebih relevan dan tidak terlalu rumit untuk diterapkan pada permasalahan optimasi barang tersebut. 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*, diperlukan 4 langkah:

1. Pembentukan himpunan *fuzzy*

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. Penerapan 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 :

Jika  $a$  adalah  $A_i$  dan  $b$  adalah  $B_i$ , maka  $c$  adalah  $C_i$

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 korelasi antar aturan. Pada Metode Mamdani yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem *fuzzy* adalah 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 mengpenerapkannya ke *output* dengan menggunakan operator 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 :

$$\mu(x_i) = \max(\mu_{A_i}(x_i), \mu_{B_i}(x_i))$$

dengan :

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

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

4. Penegasan / defuzzifikasi

*Input* dari proses penegasan adalah 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 skripsi ini yang akan dipakai adalah metode *centroid*. Pada metode ini, solusi tegas diperoleh dengan cara mengambil titik pusat daerah fuzzy. Secara umum dituliskan :

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n d_i \mu_{A_i}(d_i)}{\sum_{i=1}^n \mu_{A_i}(d_i)}$$

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

$$Z_0 = \frac{\int_a^b d \mu_{A_i}(d)}{\int_a^b \mu_{A_i}(d)}$$

Untuk domain kontinu, dengan  $Z_0$  adalah nilai hasil defuzzifikasi dan  $\mu_{A_i}(d)$  adalah derajat keanggotaan titik tersebut, sedangkan  $Z$  adalah nilai domain ke- $i$ .

Kasus produksi suatu barang pada sebuah perusahaan sangat bergantung kepada variabel – variabelnya misalkan: persediaan bahan baku, biaya produksi, harga bahan baku, dan lain-lain. Pada prakteknya, nilai variabel-variabel ini tidak dapat diketahui dengan pasti. Apabila hal ini terjadi, maka salah satu solusinya dapat dicari dengan menggunakan operasi himpunan fuzzy. Himpunan Fuzzy merupakan suatu pengembangan lebih lanjut tentang konsep himpunan dalam matematika. Suatu himpunan fuzzy  $\tilde{A}$  dalam semesta pembicaraan  $U$  dinyatakan

dengan fungsi keanggotaan  $\mu_{\tilde{A}}$ , yang nilainya berada dalam interval  $[0,1]$

**Metode Penelitian**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif, yaitu prosedur penelitian yang menghasilkan data deskriptif berupa tulisan dan perilaku yang dapat diamati dari subjek itu sendiri. Sedangkan jenis penelitian ini adalah deskriptif kualitatif, yaitu mendeskripsikan dan menginterpretasikan apa yang ada, itu bisa mengenai kondisi atau hubungan yang ada.

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi : (1) Dokumentasi untuk memperoleh data berupa data jumlah produksi, data jumlah permintaan, dan data jumlah persediaan. (2) Observasi untuk memperoleh data tentang kondisi objek berupa bahan baku, alat yang digunakan, proses produksi dan hasil produksi. (3) Wawancara untuk memperoleh data berkaitan dengan sejarah berdirinya perusahaan, teknik pemasaran serta daerah pemasaran.

Analisis data adalah pengolahan data yang diperoleh dengan menggunakan rumus-rumus atau aturan-aturan yang ada, sesuai dengan pendekatan penelitian atau desain yang diambil (Arikunto, 1998: 244). Dalam penelitian ini, data yang diperoleh dari hasil wawancara dan observasi akan dianalisis menggunakan Metode Mamdani sesuai dengan permasalahan yang dihadapi dan tujuan yang ingin dicapai.

**Hasil dan Pembahasan**

Data yang diperoleh dalam penelitian ini berupa data permintaan, persediaan dan produksi perusahaan dalam periode Juni 2015 sampai Juli 2016. Untuk selanjutnya akan ditentukan jumlah barang yang harus di produksi pada Juli 2016 jika jumlah permintaan sebesar 54.900 unit dan jumlah persediaan 55.500 unit. Sementara sampai saat ini perusahaan hanya mampu memproduksi sebesar 70.000 unit dan paling sedikit 20.000 unit. Seperti terlihat dalam Tabel 1 berikut :

**TABEL 1.** Data permintaan, Persediaan dan Jumlah Produksi

No	Bulan / Tahun	Permintaan (unit)	Persediaan (unit)	Produksi (unit)
1.	Juni 2015	42.800	3.850	43.500
2.	Juli 2015	36.750	5.000	34.000
3.	Agustus 2015	30.000	3.720	32.000
4.	September 2015	36.100	2.270	36.500
5.	Oktober 2015	40.500	1.000	43.500
6.	November 2015	52.600	2.530	53.500
7.	Desember 2015	51.200	3.000	52.000
8.	Januari 2016	60.000	2.130	61.000
9.	Februari 2016	55.000	1.720	58.500
10.	Maret 2016	48.200	3.360	49.000
11.	April 2016	37.500	4.280	38.000
12.	Mei 2016	45.500	3.600	46.000
13.	Juni 2016	54.900	4.060	55.500

**Pembentukan Himpunan Fuzzy**

1. Fuzzifikasi variabel permintaan

Berdasarkan data permintaan ( $x$ ) paling banyak yaitu 60.000 pasang dan paling sedikit 30.000 pasang, maka fungsi keanggotaan dirumuskan sebagai berikut :

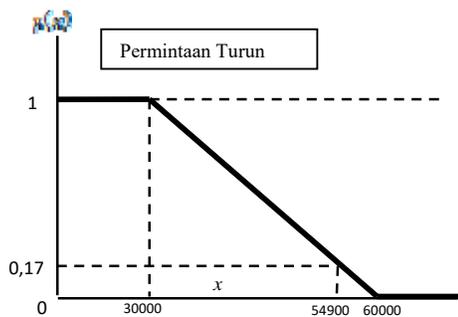
$$\mu_{PmcTURUN}(x) = \begin{cases} 1 & ; x < 30.000 \\ \frac{60.000 - x}{60.000 - 30.000} & ; 30.000 \leq x \leq 60.000 \\ 0 & ; x > 60.000 \end{cases}$$

$$\mu_{PmcNAIK}(x) = \begin{cases} 0 & ; x < 30.000 \\ \frac{x - 30.000}{60.000 - 30.000} & ; 30.000 \leq x \leq 60.000 \\ 1 & ; x > 60.000 \end{cases}$$

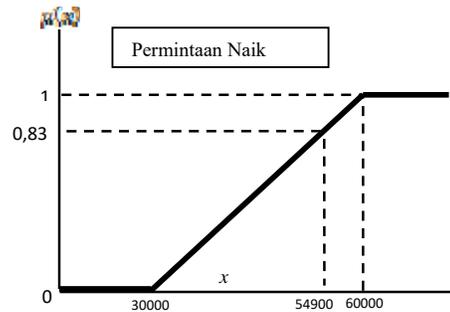
Jika diketahui permintaan sebanyak 54.900, maka :

$$\mu_{PmcTURUN}(54.900) = \frac{60.000 - 54.900}{60.000 - 30.000} = \frac{5.100}{30.000} = 0,17$$

$$\mu_{PmcNAIK}(54.900) = \frac{54.900 - 30.000}{60.000 - 30.000} = \frac{24.900}{30.000} = 0,83$$



**GAMBAR 1** Grafik Permintaan Turun



**GAMBAR 2** Grafik Permintaan Naik

2. Fuzzifikasi variabel persediaan

Berdasarkan data persediaan ( $y$ ) paling banyak yaitu 5.000 pasang dan paling sedikit 1.000 pasang, maka fungsi keanggotaan dirumuskan sebagai berikut :

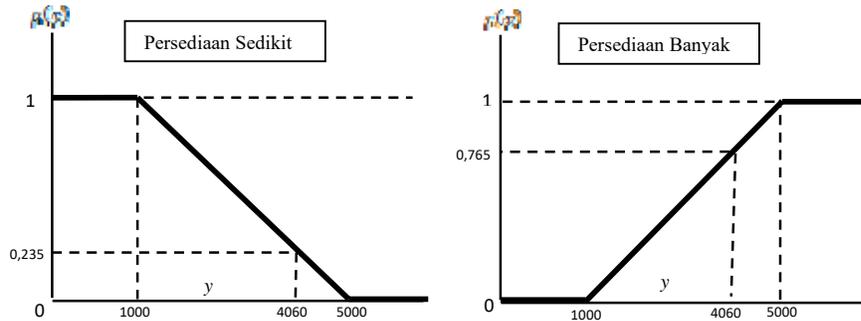
$$\mu_{PsdSEDIKIT}(y) = \begin{cases} 1 & ; y < 1.000 \\ \frac{5.000 - y}{5.000 - 1.000} & ; 1.000 \leq y \leq 5.000 \\ 0 & ; y > 5.000 \end{cases}$$

$$\mu_{PsdBANYAK}(y) = \begin{cases} 0 & ; y < 1.000 \\ \frac{y - 1.000}{5.000 - 1.000} & ; 1.000 \leq y \leq 5.000 \\ 1 & ; y > 5.000 \end{cases}$$

Jika diketahui persediaan sebanyak 4.060, maka :

$$\mu_{PsdSEDIKIT}(4.060) = \frac{5.000 - 4.060}{5.000 - 1.000} = \frac{940}{4.000} = 0,235$$

$$\mu_{PsdBANYAK}(4.060) = \frac{4.060 - 1.000}{5.000 - 1.000} = \frac{3.060}{4.000} = 0,765$$



**GAMBAR 3** Grafik Persediaan Sedikit dan Persediaan Banyak

3. Fuzzifikasi variabel produksi

Berdasarkan data produksi ( $z$ ) paling banyak yaitu 70.000 pasang dan paling sedikit 20.000 pasang, maka fungsi keanggotaan dirumuskan sebagai berikut dan grafik fungsi keanggotaan disajikan pada Gambar 4:

$$\mu_{ProdBERKURANG}(z) = \begin{cases} 1 & | z < 20.000 \\ \frac{70.000 - z}{70.000 - 20.000} & | 20.000 \leq z \leq 70.000 \\ 0 & | z > 70.000 \end{cases}$$

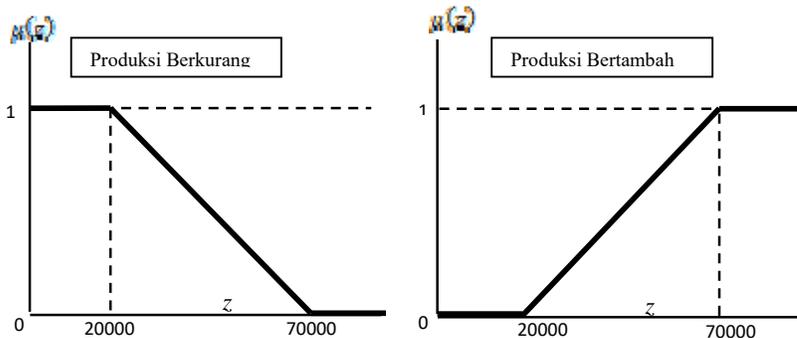
$$\mu_{ProdBERTAMBAH}(z) = \begin{cases} 0 & | z < 20.000 \\ \frac{z - 20.000}{70.000 - 20.000} & | 20.000 \leq z \leq 70.000 \\ 1 & | z > 70.000 \end{cases}$$

**Komposisi Aturan-Aturan**

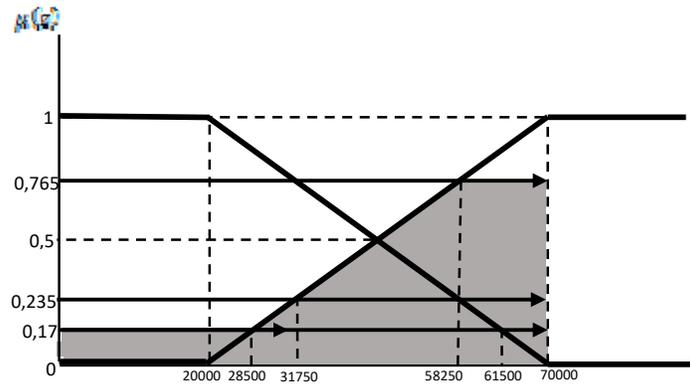
Komposisi aturan pada penelitian ini menggunakan metode Max (*maximum*) yaitu dengan cara mengambil nilai maksimum dari semua aturan. Kombinasi Aturan-aturan Implikasi *Fuzzy* yang berlaku dapat dilihat pada Tabel 2. Sedangkan gabungan (*Union*) himpunan-himpunan *fuzzy* konsekuen semua aturan yang berlaku (atau maksimum dari semua derajat keanggotaan konsekuen semua aturan) tersaji pada Gambar 5.

**TABEL 2.** Kombinasi Aturan-aturan Implikasi *Fuzzy* yang berlaku

Aturan	Permintaan	Persediaan	Fungsi Implikasi	Produksi
R1	TURUN	BANYAK	$\Rightarrow$	BERKURANG
R2	TURUN	SEDIKIT	$\Rightarrow$	BERKURANG
R3	NAIK	BANYAK	$\Rightarrow$	BERTAMBAH
R4	NAIK	SEDIKIT	$\Rightarrow$	BERTAMBAH



**GAMBAR 4** Grafik Produksi Berkurang dan Produksi Bertambah



GAMBAR 5 Grafik Komposisi Aturan (gabungan semua aturan yang berlaku)

**Defuzzifikasi /Penegasan**

Pada penelitian ini yang menggunakan metode Mamdani, proses defuzzifikasi dilakukan menggunakan metode *Centroid*. Karena domain kontinu, maka rumus yang berlaku adalah :

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

Untuk menghitung Momen (M) dan Luasan daerah (A) dari gabungan komposisi pada langkah sebelumnya, maka grafik komposisi aturan dapat dipetakan sebagaimana yang terlihat pada Gambar 6.

Selanjutnya, dapat dihitung nilai Momen dan Luasan dari masing-masing daerah sesuai pada grafik diatas, sebagai berikut :

Momen ( $M_1$ ) =  $\int_0^{28500} \mu(z) \cdot Z dz = \int_0^{28500} 0,17 \cdot Z dz = 69.041.250$

Momen ( $M_2$ ) =  $\int_{20000}^{58250} \mu(z) \cdot Z dz = \int_{20000}^{58250} \frac{Z-20000}{70000-20000} \cdot Z dz = 647.149.271$

Momen ( $M_3$ ) =  $\int_{58250}^{70000} \mu(z) \cdot Z dz = \int_{58250}^{70000} 0,765 \cdot Z dz = 576.403.594$

Luas ( $A_1$ ) =  $0,17 \times 28500 = 4845$

Luas ( $A_2$ ) =  $(0,17 + 0,765) \cdot \frac{(58250 - 20000)}{2} = 13.908,125$

Luas ( $A_3$ ) =  $0,765 \cdot (70000 - 58250) = 8.988,75$

Maka,

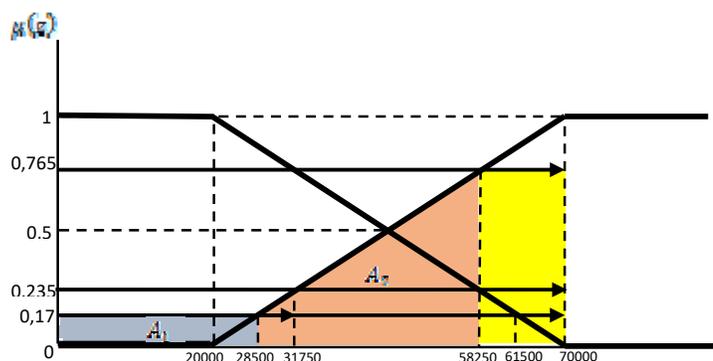
$$Z_0 = \frac{M_1 + M_2 + M_3}{A_1 + A_2 + A_3} = \frac{1.292.594.115}{27.741,875} = 46.593,6104$$

Dari hasil perhitungan diatas, hasil perhitungan relatif sama dengan hasil perhitungan menggunakan Toolbox Matlab yaitu sebesar 46.600 unit. Perbedaan tersebut dikarena pada Toolbox Matlab terjadi beberapa pembulatan, sehingga *output* yang dihasilkan sedikit berbeda. Selanjutnya, peneliti melakukan perhitungan pada data 6 bulan terakhir menggunakan Toolbox Matlab.

TABEL 3 Perbandingan Hasil Produksi Perusahaan dan Metode Mamdani

Bulan	Input		Output (Produksi)	
	Permintaan	Persediaan	Produksi Perusahaan	Mamdani (Matlab)
Januari 2016	60.000	2.130	61.000	62.200
Februari 2016	55.000	1.720	58.500	57.000

Bulan	Input		Output (Produksi)	
	Permintaan	Persediaan	Produksi Perusahaan	Mamdani (Matlab)
Maret 2016	48.200	3.360	49.000	46.700
April 2016	37.500	4.280	38.000	33.900
Mei 2016	45.500	3.600	46.000	43.200
Juni 2016	54.900	4.060	55.500	46.600



GAMBAR 6 Grafik pemetaan luasan gabungan komposisi aturan

## KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan mengenai system inferensi *Fuzzy* metode Mamdani, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Setelah dilakukan pengolahan dengan metode Mamdani maka didapatkan *output* berupa produksi barang yaitu : data produksi pada perusahaan : 55.500 unit, dan data produksi metode Mamdani : 46.600 unit.
2. Optimasi produksi tidak selalu harus lebih dari jumlah permintaan, namun harus memperhatikan factor keseimbangan permintaan, persediaan dan produksi. Sehingga dapat memberikan dampak positif pada bulan-bulan selanjutnya.
3. Berdasarkan analisis produksi dapat disimpulkan bahwa produksi barang yang lebih mendekati optimal yaitu yang diperoleh melalui perhitungan menggunakan metode Mamdani.
4. Proses perhitungan dapat dilakukan manual dan menggunakan Toolbox Matlab dengan hasil yang relatif sama. Namun menggunakan perhitungan manual membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan Toolbox Matlab.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arikunto, Suharsimi. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Asdi Mahasatya.
- [2] -----, 2010. *Prosedur Penelitian*. Jakarta: Rineka Cipta.
- [3] Buffa E.S and S. Rakesh. 1996. *Manajemen Operasi dan Produksi Modern*. Jakarta : Binarupa Aksara.
- [4] Kusumadewi, Sri. 2002. *Analisis dan Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Tool Box Matlab*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [5] Mas'ud, Machfoedz. 2002. *Kewirausahaan Suatu Pendekatan Kontemporer*. Yogyakarta : Unit Penerbit dan Pencetak Akademi Manajemen Perusahaan YKPN.
- [6] Moleong, L.J. 2009. *Metode Penelitian Kualitatif*. Bandung : Remaja Rosdakarya.
- [7] Nagara, Aditya. 1998. *Kamus Praktis Bahasa Indonesia*. Surabaya: Bintang Usaha Jaya.
- [8] Nurini, Indah. 2001. *Aplikasi Metode Simpleks dalam Menentukan Laba Maksimum pada Industry Kecil Krupuk Pisang Manis Citra Baru di Ronggo*

- Bima Nusa Tenggara Barat*. Skripsi. Surabaya : Universitas Dr. Soetomo.
- [9] Nazir, Moh. 2003. *Metode Penelitian*. Jakarta : Ghalia Indonesia
- [10] Reksohadiprojo, Sukanto. 1995. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Yogyakarta : BPFE-Yogyakarta.
- [11] Setiadji. 2009. *Himpunan dan Logika Samar serta Aplikasinya*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [12] Susilo, Frans. 2006. *Himpunan dan Logika Kabur Serta Aplikasinya*. Graha Ilmu. Yogyakarta.