

# **APLIKASI METODE *FUZZY MAMDANI* DALAM PENENTUAN JUMLAH PRODUKSI (Application of Fuzzy Mamdani Method in the Determination of Total Production)**

**Enny Durratul Arifah, Mohammad Isa Irawan, Imam Mukhlash**

Pascasarjana Matematika FMIPA ITS Surabaya

E-mail: [mii@its.ac.id](mailto:mii@its.ac.id)

**Abstract.** There are many ways to determine total of production, one of them is by using fuzzy logic. At the research was used fuzzy inference method Mamdani model. The design of the system to get the output done in several stages namely: [1] the formation of fuzzy sets, [2] the implications of the application function, (3) establish the rules-the rules, [4] defuzzification. In this research, defuzzification is performed using *Composite Moment* (centroid) method. With this system expected to be made to assist companies in making decisions to determine the number of production must be produced every month to warehouse inventory remained stable.

**Keywords:** Defuzzification, total of production, fuzzy logic.

**MSC 2020:** CIS-355995

## **1. Pendahuluan**

Pada hakikatnya penentuan awal jumlah produksi direncanakan untuk mengantisipasi pemenuhan tingkat produksi sekaligus pemenuhan tingkat penjualan yang direncanakan atau tingkat permintaan pasar. Banyak cara yang dilakukan untuk menentukan jumlah produksi, salah satunya adalah dengan menggunakan logika fuzzy. Dengan menggunakan metode tersebut diharapkan dapat membantu perusahaan dalam menentukan jumlah produksi.

Dalam banyak hal, logika fuzzy dianggap mampu untuk memetakan permasalahan dari input menuju ke output yang diharapkan. Logika fuzzy diyakini sangat fleksibel dan memiliki toleransi terhadap data-data yang ada. Logika fuzzy dapat diaplikasikan dalam banyak bidang. Beberapa aplikasi fuzzy, yang telah dilakukan antara lain: (1) Penelitian yang dilakukan oleh Gokmen, dkk. [3] tentang evaluasi nilai pencapaian hasil belajar siswa dengan menggunakan logika fuzzy. Penelitian ini membahas mengenai aplikasi logika fuzzy dan penentuan nilai pencapaian hasil belajar siswa dan perbandingannya dengan metode klasik. Aplikasi dari model logika fuzzy terdiri atas tiga tahap, yaitu: fuzzifikasi pada hasil ujian input dan nilai pencapaian output, penentuan aturan-aturan dan metode penarikan kesimpulan, defuzzifikasi atas nilai pencapaian hasil belajar. (2) Penelitian yang dilakukan oleh Djunaidi tentang penentuan jumlah produksi dengan

aplikasi metode fuzzy-Mamdani. Dalam penelitian ini variabel bebasnya adalah jumlah permintaan dan jumlah persediaan, sedangkan sebagai variabel tak bebasnya atau nilai yang dicari adalah jumlah produksi. Adapun langkah-langkah yang digunakan adalah: pembentukan himpunan fuzzy, aplikasi fungsi implikasi, membentuk aturan-aturan, dan penegasan (*defuzzyfikasi*).

Berdasarkan kajian pustaka penelitian terdahulu peneliti akan menerapkan dalam kasus yang berbeda yaitu pada industri batik untuk menentukan jumlah produksi dengan menggunakan metode fuzzy Mamdani yang variabel-variabelnya terdiri dari banyaknya bahan baku, banyaknya tenaga kerja, besar biaya produksi, jumlah permintaan, dan jumlah stok

## 2. Metodologi

Adapun langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data  
Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini meliputi data bahan baku (kain, malam, dan bahan pewarna), data biaya produksi, data permintaan, data stok dan data jumlah produksi.
2. Identifikasi Data  
Identifikasi data dilakukan untuk menentukan variabel dan semesta pembicaraan yang diperlukan dalam melakukan perhitungan dan analisis masalah.
3. Pengolahan Data  
Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan bantuan *software Matlab 7.8.0* dengan menggunakan fasilitas yang disediakan pada *toolbox fuzzy* dan melakukan langkah-langkah sebagai berikut:
  - a. Pembentukan himpunan fuzzy
  - b. Pembentukan aturan-aturan
  - c. Penentuan komposisi aturan
  - d. Penegasan (*defuzzy*)
  - e. PengujianSebelum melakukan langkah-langkah di atas terlebih dahulu dilakukan peramalan. Hal ini dilakukan untuk meramalkan permintaan periode berikutnya. Software yang digunakan sebagai alat bantu peramalan adalah *minitab 11*.
4. Penarikan kesimpulan

## 3. Hasil dan Pembahasan

### Logika Fuzzy

Himpunan logika fuzzy diperkenalkan pada tahun 1965 sebagai cara matematis untuk merepresentasikan ketidakpastian linguistik. Berdasarkan konsep logika fuzzy, faktor-

faktor dan kriteria-kriteria dapat diklasifikasikan tanpa batasan yang mengikat. Logika fuzzy sangat berguna untuk menyelesaikan banyak permasalahan dalam berbagai bidang yang biasanya memuat derajat ketidakpastian [3].

Pada himpunan klasik (*crisp*), keanggotaan suatu elemen ( $x$ ) dalam suatu himpunan ( $A$ ), sering dinotasikan dengan  $\mu_A(x)$ , hanya ada 2 nilai keanggotaan, yaitu  $\mu_A = 1$  untuk  $x$  menjadi anggota  $A$  dan  $\mu_A = 0$  untuk  $x$  bukan anggota dari  $A$  [2].

Jika  $X$  adalah kumpulan obyek yang dinotasikan dengan  $x$ , maka himpunan fuzzy  $A$  dalam  $X$  adalah himpunan pasangan berurutan:

$$A = \{x, \mu_A(x) \mid x \in X\}$$

$\mu_A(x)$  disebut fungsi keanggotaan atau derajat keanggotaan (juga derajat kompatibilitas/kecocokan atau derajat kebenaran) dari  $x$  termuat di  $A$  yang memetakan  $X$  ke ruang keanggotaan  $M$  yang terletak pada rentang  $[0, 1]$ .

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel fuzzy. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Domain himpunan fuzzy adalah keseluruhan nilai yang diizinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan fuzzy.

Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat 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, antara lain: representasi linear, representasi segitiga, representasi trapesium, representasi kurva bentuk bahu, representasi kurva S, dan representasi bentuk lonceng [6].

### **Fuzzy Inferensi Sistem (FIS) Metode Mamdani**

Metode Mamdani sering dikenal sebagai metode min-max. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan output, diperlukan 4 tahapan:

- 1) Pembentukan himpunan fuzzy  
Pada metode Mamdani, baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.
- 2) Mengaplikasikan metode implikasi  
Pada metode Mamdani, metode implikasi yang digunakan adalah min.
- 3) Komposisi aturan

Metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem fuzzy, yaitu Metode *max (maximum)*. Secara umum dapat dituliskan:

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

dengan:

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

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

4) Penegasan (*defuzzy*)

Nilai *defuzzyfikasi* dalam metode Mamdani, kadang-kadang disebut pusat metode gravitasi atau metode *centroid (composite moment)*, ( $z^*$ ) didefinisikan sebagai titik pusat daerah fuzzy. Nilai ini dihitung dengan rumus:

$$z^* = \frac{\int z \mu(z) dz}{\int \mu(z) dz}$$

Untuk kasus diskrit, rumusnya adalah:

$$z^* = \frac{\sum_{j=1}^n z_j \mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)} \quad [4]$$

**ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average)**

ARIMA merupakan suatu alat yang menggunakan nilai-nilai sekarang dan nilai-nilai lampau dari variabel dependen untuk menghasilkan peramalan jangka pendek yang akurat. Metode ARIMA ini akan tepat guna jika observasi dari data runtun waktu bersifat dependen atau berhubungan satu sama lain secara statistik. Model ARIMA terdiri dari dua aspek yaitu aspek *autoregressive* dan *moving average*. Secara umum model ARIMA dirumuskan dengan notasi sebagai berikut:

$$\text{ARIMA (p, d, q)}$$

Keterangan:

AR : p menunjukkan orde/derajat Autoregressive (AR)

I : d menunjukkan orde/derajat Differencing (pembedaan)

MA : q menunjukkan orde/derajat Moving Average (MA)

Model ARIMA mempunyai 3 tahap yang terpisah. Tahap-tahap ini adalah tahap identifikasi model, tahap pengestimasiian dan pengujian model, dan tahap penerapan model [1].

**Mean Absolute Percentage Error (MAPE)**

MAPE merupakan ukuran kesalahan relatif yang dirumuskan dengan :

$$MAPE = \left( \frac{100}{n} \right) \sum \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right| [5]$$

### Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan meliputi data bahan baku (kain, malam, dan bahan pewarna), data biaya produksi, data permintaan, data stok dan data jumlah produksi untuk kurun waktu antara bulan September 2008 sampai dengan bulan Februari 2011. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Bahan Baku, Biaya Produksi, Permintaan, Stok, Jumlah Produksi

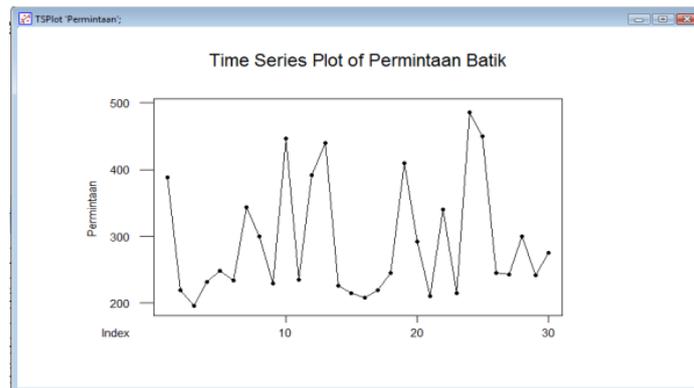
Bulan	Bahan Baku			Biaya Produksi	Permintaan	Stok	Jumlah Produksi
	Kain	Malam	Pewarna				
Sep-08	800	100	200	10440000	388	55	400
Okt-08	456	57	114	5950800	220	34	228
Nop-08	410	51,25	102,5	5350500	196	35	205
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Nop-10	492	61,5	123	8665350	243	26	246
Des-10	474	59,25	118,5	8348325	300	30	237
Jan-11	496	62	124	10664000	242	37	248
Feb-11	600	75	150	12900000	276	44	300

Sumber data: Industri batik tulis Melati Mekar Mandiri

Untuk menentukan jumlah produksi pada bulan Maret 2011, juga dibutuhkan data kain, malam, pewarna, biaya produksi, permintaan dan stok bulan Maret 2011. Data untuk bulan Maret 2011 adalah kain sebesar 640 meter, jumlah malam sebesar 80 gram, jumlah pewarna sebesar 160 ons, jumlah biaya produksi sebesar Rp 13760000, jumlah stok sebesar 36 lembar, sedangkan untuk menentukan jumlah permintaan untuk bulan Maret 2011 dilakukan suatu peramalan.

### Peramalan Permintaan

Dari data permintaan (Tabel 1) dilakukan suatu peramalan jumlah permintaan periode berikutnya berdasarkan trend/pola data permintaan aktual sebelumnya. Software yang digunakan sebagai alat bantu peramalan adalah minitab 11. Hasil plotting data permintaan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Grafik Permintaan Batik Tulis Santio September 2008-Februari 2011

Dari hasil plotting yang ditunjukkan pada Gambar 1 dapat disimpulkan bahwa pola datanya termasuk pola time series yang berulang pada rentang waktu tertentu. Model seperti inilah yang menunjukkan indikasi model time series musiman. Metode yang sesuai dengan pola musiman adalah metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA).

Dengan menggunakan bantuan *Software minitab 11* diperoleh hasil peramalan permintaan untuk bulan Maret 2011 sebesar 293 lembar.

### Pembentukan Himpunan Fuzzy

Sebelum membentuk himpunan fuzzy terlebih dahulu menentukan variabel dan semesta pembicaraan. Kemudian dilanjutkan dengan membentuk himpunan fuzzy. Penentuan variabel dan semesta pembicaraan dari hasil pengambilan data dapat dilihat pada Tabel 2, sedang himpunan fuzzy ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 2 Penentuan Variabel dan Semesta Pembicaraan

Fungsi	Variabel	Semesta Pembicaraan	Keterangan
<b>Input</b>	Kain	[410-944]	Jumlah kain yang tersedia perbulan (meter)
	Malam	[51,25-118]	Jumlah malam yang tersedia perbulan (gram)
	Pewarna	[102,5-236]	Jumlah pewarna yang tersedia perbulan (ons)
	Biaya Produksi	[5.350.500-16.626.200]	Jumlah biaya produksi yang dikeluarkan perusahaan perbulannya (Rupiah)
	Permintaan	[196-485]	Jumlah permintaan produk perbulan (lembar)
<b>Output</b>	Stok	[22-75]	Jumlah stok produk perbulan (lembar)
	Jumlah Produksi	[205-472]	Kapasitas produksi perusahaan (lembar)

### Pembentukan Fungsi Keanggotaan

Langkah selanjutnya adalah membuat fungsi keanggotaan untuk tiap variabel kain, malam, pewarna, biaya produksi, permintaan, stok dan jumlah produksi. Fungsi keanggotaan variabel kain, meliputi kurva linier turun (untuk himpunan fuzzy SEDIKIT), kurva linier naik (untuk himpunan fuzzy BANYAK) dan kurva bentuk segitiga (untuk himpunan fuzzy SEDANG) seperti terlihat pada Gambar 2.

Fungsi keanggotaan variabel malam, meliputi kurva linier turun digunakan untuk himpunan SEDIKIT, fungsi keanggotaan linier naik digunakan untuk himpunan BANYAK, sedangkan fungsi keanggotaan segitiga digunakan untuk himpunan SEDANG. Ini dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 3 Himpunan Fuzzy

Fungsi	Variabel Fuzzy	Nama Himpunan Fuzzy	Semesta Pembicaraan	Domain
Input	Kain	Sedikit	[410-944]	[410-677]
		Sedang		[543,5-810,5]
		Banyak		[677-944]
	Malam	Sedikit	[51,25-118]	[51,25-84,6]
		Sedang		[67,9-101,3]
		Banyak		[84,6-118]
	Pewarna	Sedikit	[102,5-236]	[102,5-169,3]
		Sedang		[135,9-202,6]
		Banyak		[169,3-236]
	Biaya Produksi	Sedikit	[5350500-16626200]	[5350500-10988350]
		Sedang		[8169425-13807275]
		Banyak		[10988350-16626200]
Permintaan	Sedikit	[196-485]	[196-341]	
	Sedang		[268-413]	
	Banyak		[341-485]	
Stok	Sedikit	[22-75]	[22-49]	
	Sedang		[35-62]	
	Banyak		[49-75]	
Output	Jumlah Produksi	Sedikit	[205-472]	[205-339]
		Sedang		[272-405]
		Banyak		[339-472]

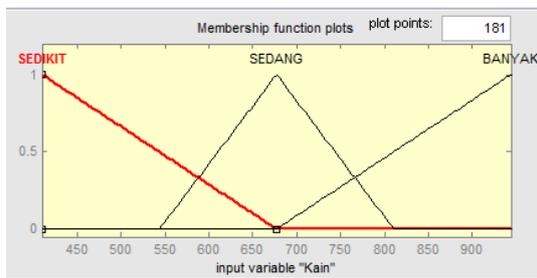
Fungsi keanggotaan variabel pewarna, meliputi kurva linier turun untuk himpunan fuzzy SEDIKIT dan himpunan fuzzy BANYAK direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan linier naik. Adapun himpunan fuzzy SEDANG digunakan fungsi keanggotaan yang merupakan gabungan fungsi linier naik dan linier turun yaitu fungsi segitiga Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.

Fungsi keanggotaan variabel biaya produksi, meliputi himpunan SEDIKIT menggunakan pendekatan fungsi keanggotaan linier turun, himpunan BANYAK menggunakan pendekatan fungsi keanggotaan linier naik, dan himpunan SEDANG menggunakan pendekatan fungsi keanggotaan berbentuk segitiga. Ini dapat dilihat pada Gambar 5.

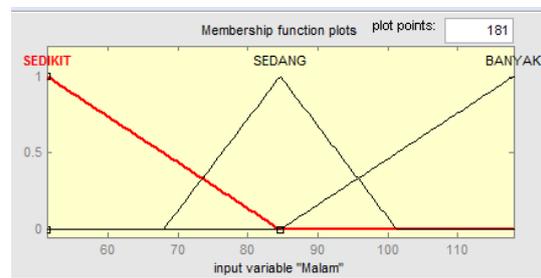
Fungsi keanggotaan variabel permintaan, meliputi kurva bentuk linier turun untuk himpunan **SEDIKIT**, kurva bentuk linier naik untuk himpunan **BANYAK**. Sedangkan kurva segitiga untuk himpunan **SEDANG**. Ini dapat dilihat pada Gambar 6.

Fungsi keanggotaan variabel stok, meliputi kurva bentuk linier (untuk himpunan fuzzy **SEDIKIT** dan **BANYAK**) dan kurva bentuk segitiga (untuk himpunan fuzzy **SEDANG**) seperti terlihat pada Gambar 7.

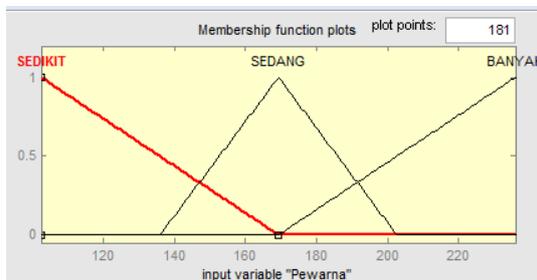
Fungsi keanggotaan variabel jumlah produksi, meliputi himpunan **SEDIKIT** menggunakan pendekatan fungsi keanggotaan linier turun, himpunan **BANYAK** menggunakan pendekatan fungsi keanggotaan linier naik, sedangkan himpunan **SEDANG** menggunakan pendekatan fungsi keanggotaan berbentuk segitiga. Ini dapat dilihat pada Gambar 8.



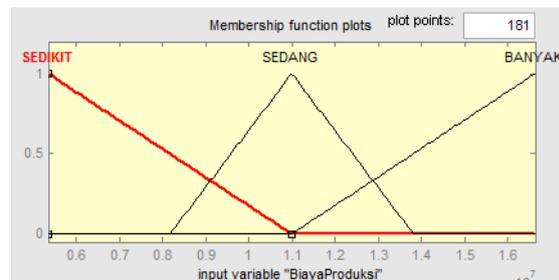
Gambar 2 Input Variabel Kain



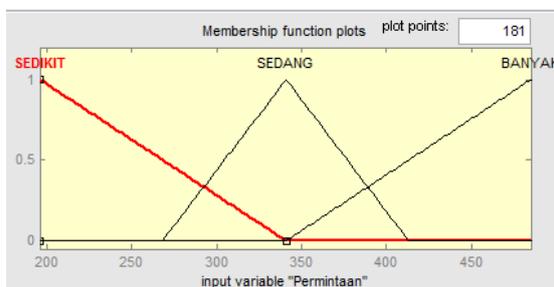
Gambar 3 Input Variabel Malam



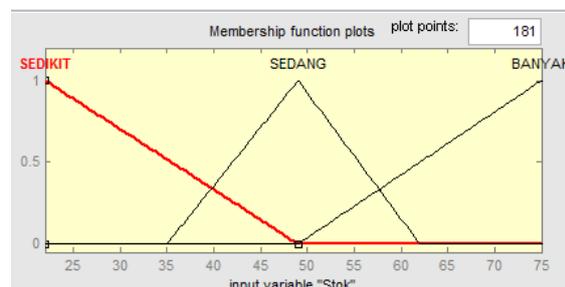
Gambar 4 Input Variabel Pewarna



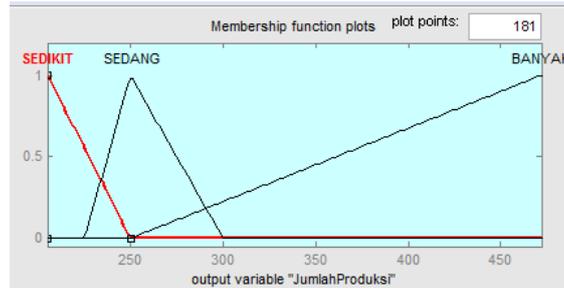
Gambar 5 Input Variabel Biaya Produksi



Gambar 6 Input Variabel Permintaan



Gambar 7 Input Variabel Stok



Gambar 8 Output Variabel Jumlah Produksi

### Pembentukan Aturan-aturan

Setelah penentuan fungsi keanggotaan variabel, maka dilakukan pembentukan aturan logika fuzzy. Berdasarkan data yang ada, dapat dibentuk aturan sebanyak 198 aturan. Salah satu contohnya adalah sebagai berikut:

- [R1] If (Kain is SEDIKIT) and (Malam is SEDIKIT) and (Pewarna is SEDIKIT) and (BiayaProduksi is SEDIKIT) and (Permintaan is SEDIKIT) and (Stok is SEDIKIT) then (JumlahProduksi is SEDIKIT) (1)
- [R79] If (Kain is SEDANG) and (Malam is SEDANG) and (Pewarna is SEDANG) and (BiayaProduksi is SEDIKIT) and (Permintaan is SEDANG) and (Stok is SEDANG) then (JumlahProduksi is BANYAK) (1)
- [R174] If (Kain is BANYAK) and (Malam is BANYAK) and (Pewarna is BANYAK) and (BiayaProduksi is SEDANG) and (Permintaan is BANYAK) and (Stok is SEDANG) then (JumlahProduksi is BANYAK) (1)

### Penegasan (*defuzzyfikasi*)

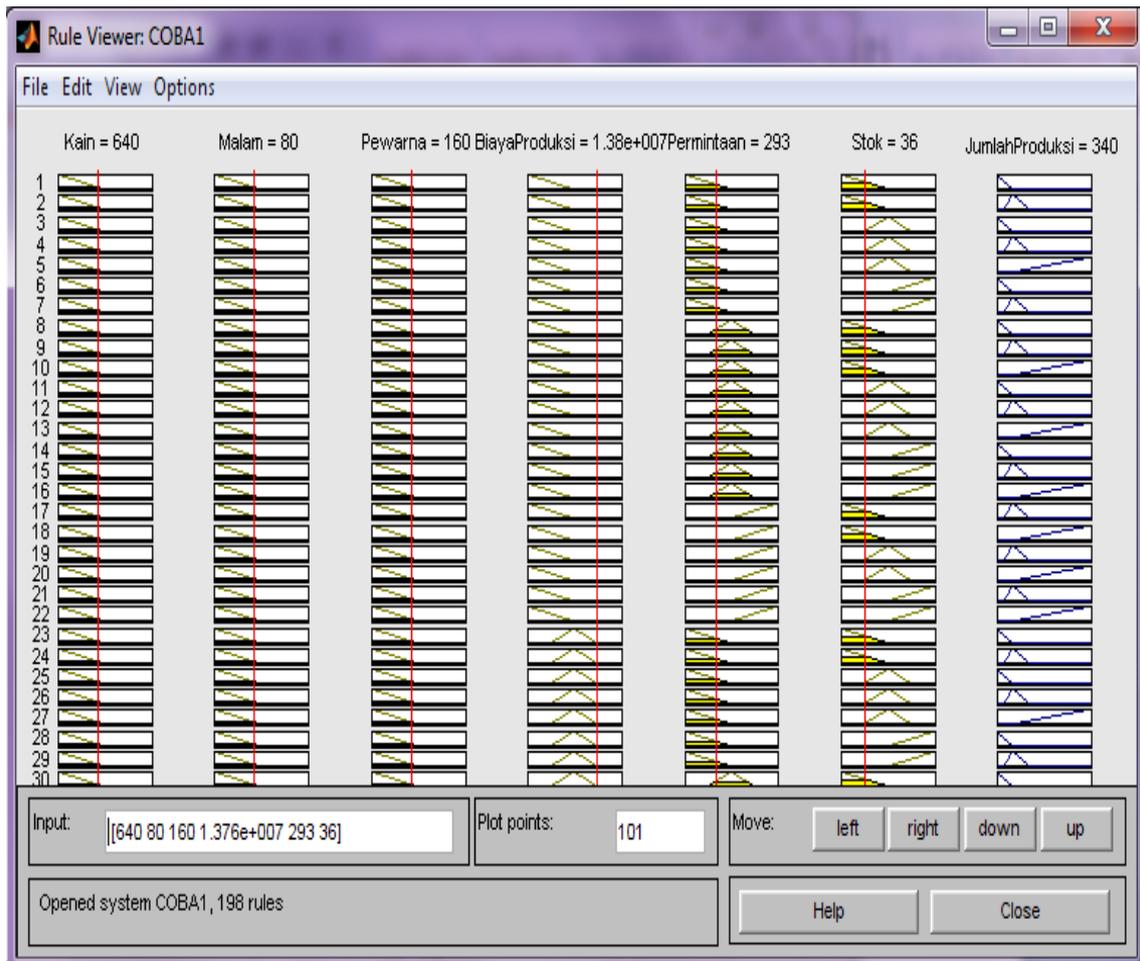
Langkah terakhir adalah penegasan (*defuzzyfikasi*) dilakukan dengan bantuan *software matlab 7.8 toolbox fuzzy*. Proses *defuzzyfikasi* dilakukan dengan menggunakan metode *centroid*. Jika input jumlah kain sebesar 640 meter, jumlah malam sebesar 80 gram, jumlah pewarna sebesar 160 ons, jumlah biaya produksi sebesar Rp 13760000, jumlah permintaan sebesar 293 lembar, dan jumlah stok sebesar 36 lembar menghasilkan output jumlah produksi sebesar 340 lembar. Penalaran fuzzy dengan menggunakan metode centroid digambarkan seperti Gambar 9.

**Pengujian**

Hasil pengujian dengan metode *centroid* seperti terlihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Contoh Pengujian untuk 10 Bulan pada tahun 2010 dengan Metode *Centroid*

Bulan	Bahan Baku			Biaya Produksi	Per- mintaan	Stok	Jumlah Produksi Riil	Prediksi Jumlah Produksi
	Kain	Malam	Pewarna					
Jan-10	448	56	112	7890400	220	33	224	246
Feb-10	500	62,5	125	8806250	245	24	250	247
Mar-10	826	103,25	206,5	14547925	409	65	413	355
Apr-10	596	74,5	149	10497050	292	22	298	339
Mei-10	432	54	108	7608600	211	32	216	245
Jun-10	686	85,75	171,5	12082175	340	58	343	340
Jul-10	450	56,25	112,5	7925625	215	27	225	246
Agus-10	928	116	232	16344400	485	64	464	360
Sep-10	944	118	236	16626200	450	40	472	354
Okt-10	500	62,5	125	8806250	245	38	250	320



Gambar 9 Penalaran fuzzy dengan metode *centroid*

Dari pengujian yang telah dilakukan, dengan menggunakan persamaan (1) didapat hasil perhitungan Rata-rata Persentase Kesalahan Absolute (*Mean Absolute Percentage Error* = MAPE) dari metode fuzzy Mamdani yang digunakan adalah 13,78% sedangkan tingkat kebenaran dari hasil perhitungan tersebut adalah 86,22%, maka dapat disimpulkan bahwa hasil dari perhitungan metode fuzzy Mamdani pada sistem ini sudah mendekati kebenaran. Dengan ini metode fuzzy Mamdani ini sesuai digunakan untuk prediksi jumlah produksi.

#### 4. Kesimpulan

Dari pengujian dan analisa yang telah dilakukan, serta uraian-uraian yang telah dikemukakan, maka dapat disimpulkan bahwa:

- a. Hasil dari perhitungan metode fuzzy Mamdani pada sistem ini sudah mendekati kebenaran karena total nilai errornya hanya 13,78% sedangkan nilai kebenarannya adalah 86,22%.
- b. Fuzzy Inference System (FIS) dengan metode Mamdani yang telah dibangun dapat digunakan untuk memperkirakan jumlah produksi batik tulis Santio di perusahaan Melati Mekar Mandiri.
- c. Melalui sistem ini, perusahaan dapat melakukan perbaikan aturan darimanapun dan kapanpun, demikian pula perhitungan perkiraan jumlah produksi dapat dilakukan dengan mudah

#### Daftar Pustaka

- [1] Arsyad, L., (2001), Peramalan Bisnis, BPF E Yogyakarta, Yogyakarta.
- [2] Chak, C.K., Feng, G., Palaniswani, Marimuthu, (1998), Implementation of Fuzzy Systems dalam Kusumadewi, Sri dan Hartati, Sri, 2006, Neuro-Fuzzy: Integrasi Sistem Fuzzy dan Jaringan Syaraf, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [3] Gokmen, G., Akinci, T.C., Tektas, M., Onat, N., (2010), Evaluation of Student Performance in Laboratory Applications using Fuzzy Logic, *Procedia Social and Behavioral Sciences*, No. 2, hal 902-909.
- [4] Klir, G.J, dan Yuan, Bo., (2001), Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications, Prentice Hall, New Delhi.
- [5] Nasution dan Hakim, A., (2006), Manajemen Industri, Andi, Yogyakarta.
- [6] Zimmermann, H.J., 2000. Fuzzy Set Theory and Its Applications, Kluwer Academic Publishers, London.

