



**PERBANDINGAN LOGIKA *FUZZY*
METODE MAMDANI DAN METODE SUGENO
DALAM PENENTUAN JUMLAH PRODUKSI**

SKRIPSI

Oleh

**Aan Ageng Wibowo
NIM 091810101033**

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2015**



**PERBANDINGAN LOGIKA *FUZZY*
METODE MAMDANI DAN METODE SUGENO
DALAM PENENTUAN JUMLAH PRODUKSI**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk penyelesaian Program Studi Matematika (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

**Aan Ageng Wibowo
NIM 091810101033**

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2015**

PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah S.W.T Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, serta sholawat atas Nabi Muhammad S.A.W, kupersembahkan sebuah kebahagiaan dalam perjalanan hidupku teriring rasa terima kasihku yang terdalam kepada

1. Orang Tuaku tercinta dan terkasih: Ibunda Minai dan Ayahanda Suparman atas doa, kasih sayang tanpa batas, perhatian, dan segala kebaikan yang telah diberikan,serta selalu mengiringiku dalam meraih cita-cita, semoga Allah selalu mendekap erat dengan kasih sayang-Nya;
2. Bapak Ahmad Kamsyakawuni, S.Si., M.Kom. dan Bapak Kusbudiono S.Si., M.Si. yang dengan sabar membimbing sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan;
3. guru-guruku sejak sekolah dasar sampai dengan perguruan tinggi yang telah memberikan ilmu serta membimbing dengan penuh kesabaran;
5. Almamater tercinta Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

MOTTO

“Hai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan shalatmu sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar.”

(terjemahan QS. Al-Baqarah: 153) *)

Kecerdasan bukanlah tolak ukur kesuksesan, tetapi dengan menjadi cerdas kita bisa menggapai kesuksesan. **).

*) Departemen Agama Republik Indonesia. 2005. *Al Quran* dan Terjemahannya. Jakarta: CV Jumanatul Ali Art.

***) Koleksi Contoh Motto Hidup Terbaik Sepanjang Masa [on line].
<http://nibroza.blogspot.sg/2015/02/contoh-motto-hidup.html> [1 Mei 2015].

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

nama : Aan Ageng Wibowo

NIM : 091810101033

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Perbandingan Logika *Fuzzy* Metode Mamdani dan Metode Sugeno dalam Penentuan Jumlah Produksi” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juli 2015

Yang menyatakan,

Aan Ageng Wibowo

NIM 091810101033

SKRIPSI

**PERBANDINGAN LOGIKA *FUZZY*
METODE MAMDANI DAN METODE SUGENO
DALAM PENENTUAN JUMLAH PRODUKSI**

Oleh

AAN AGENG WIBOWO

NIM 091810101033

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Ahmad Kamsyakawuni, S.Si., M.Kom.

Dosen Pembimbing Anggota: Kusbudiono S.Si., M.Si.

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “Perbandingan Logika *Fuzzy* Metode Mamdani dan Metode Sugeno dalam Penentuan Jumlah Produksi” telah diuji dan disahkan pada :

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Ahmad Kamsyakawuni, S.Si., M.Kom.
NIP 197211291998021001

Kusbudiono S.Si., M.Si.
NIP. 197704302005011001

Penguji I,

Penguji II,

Prof.Drs.Kusno, DEA., Ph.D.
NIP. 196101081986021001

Kosala Dwidja Purnomo, S.Si., M.Si.
NIP. 196908281998021001

Mengesahkan

Dekan,

Prof. Drs. Kusno, DEA., Ph.D.
NIP 196101081986021001

RINGKASAN

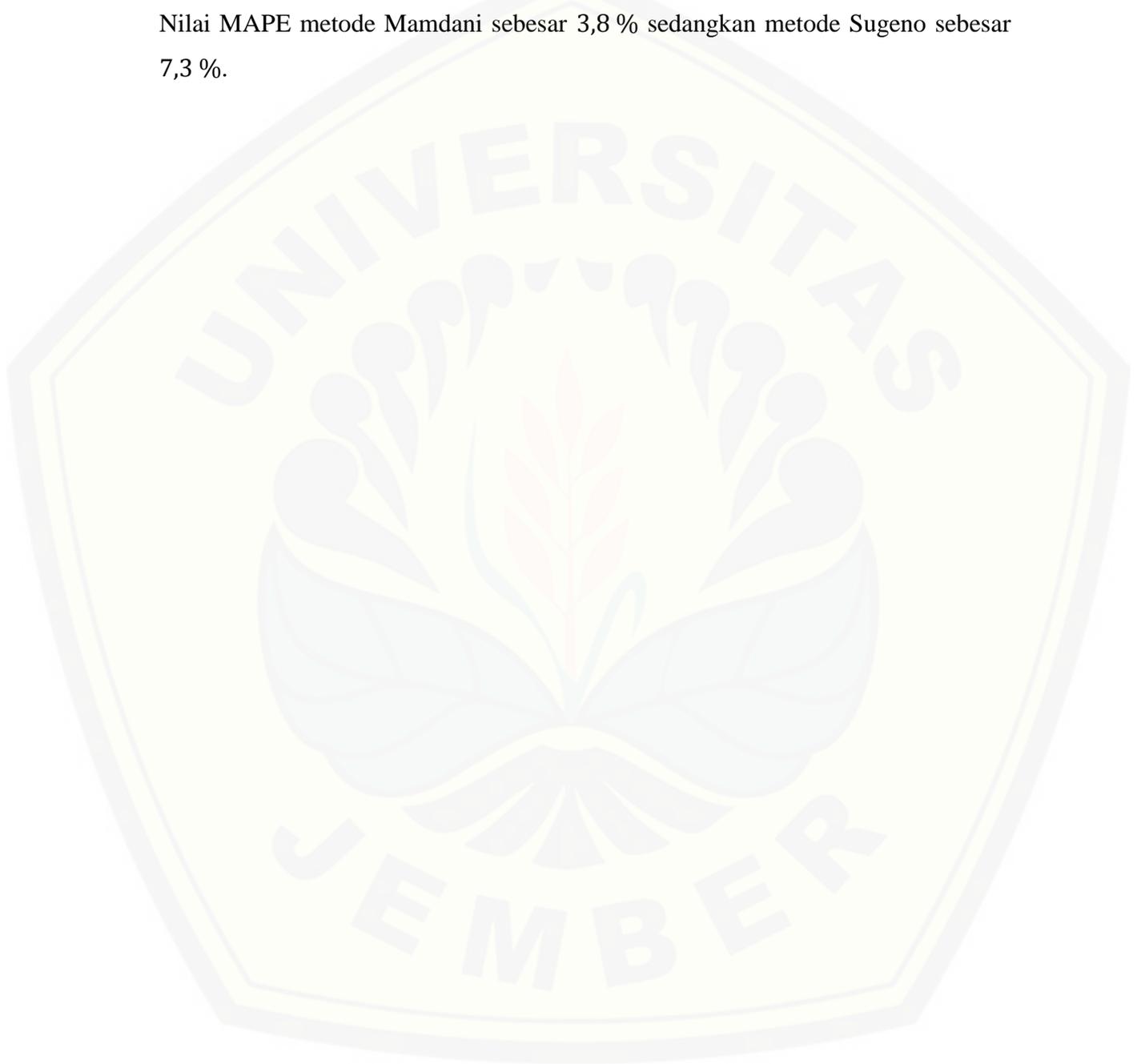
Perbandingan Logika Fuzzy Metode Mamdani dan Metode Sugeno dalam Penentuan Jumlah Produksi; Aan Ageng Wibowo, 091810101033; 2015; 50 Halaman; Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, pada tahun 1965 Lotfi A. Zadeh memperkenalkan suatu konsep baru yang disebut konsep *fuzzy*. Gagasan ini akhirnya memberikan pengetahuan baru pada ilmu matematika dan terapannya yang pada akhirnya muncul himpunan *fuzzy* dan logika *fuzzy*. Salah satu penerapan logika *fuzzy* adalah dalam perencanaan produksi yaitu dalam penentuan jumlah produksi. Dari beberapa metode yang dapat digunakan untuk penentuan jumlah produksi, logika *fuzzy* mampu memetakan suatu *input* ke dalam suatu *output* tanpa mengabaikan faktor-faktor yang ada. Ada beberapa metode *fuzzy* yang dapat digunakan dalam menentukan jumlah produksi yaitu metode Mamdani dan metode Sugeno.

Pada penelitian ini logika *fuzzy* digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi pabrik kerupuk UD. Sopo Nyono di Kabupaten Jember. Kebutuhan konsumen yang selalu berubah-ubah setiap bulannya, dalam arti konsumsi setiap bulannya selalu berbeda. Untuk meminimalisir terjadinya kelebihan atau kekurangan produksi barang, maka pada penulisan skripsi ini penulis menggunakan alternatif penyelesaian dengan menggunakan logika *fuzzy* dengan metode Mamdani dan metode Sugeno untuk menentukan jumlah produksi tersebut.

Penelitian ini dilakukan dengan menentukan jumlah produksi menggunakan logika *fuzzy* metode Mamdani dan metode Sugeno berdasarkan dua variabel *input* permintaan dan persediaan dengan menggunakan *toolbox* Matlab. Setelah didapatkan jumlah produksi untuk kedua metode, kemudian membandingkan kedua metode dengan mencari *The Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

dari masing-masing metode. Dari perbandingan hasil jumlah produksi menggunakan *fuzzy* metode Mamdani dan metode Sugeno pada UD. Sopo Nyono, penggunaan logika *fuzzy* metode Mamdani lebih baik dari metode Sugeno karena memiliki nilai *The Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang lebih kecil. Nilai MAPE metode Mamdani sebesar 3,8 % sedangkan metode Sugeno sebesar 7,3 %.



PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perbandingan Logika *Fuzzy* Metode Mamdani dan Metode Sugeno dalam Penentuan Jumlah Produksi”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Drs. Kusno, DEA., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
2. Kosala Dwidja Purnomo, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
3. Ahmad Kamsyakawuni, S.Si., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Kusbudiono S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
4. Prof. Drs. Kusno, DEA., Ph.D. selaku Dosen Penguji I dan Kosala Dwidja Purnomo, S.Si., M.Si. selaku Dosen Penguji II, yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyusunan skripsi ini;
5. Kiswara Agung Santoso, S.Si., M.Kom. dan Bapak Ziaul Arif, S.Si., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa Matematika FMIPA;
6. Dosen dan karyawan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
7. Ibunda Minai, Ayahanda Suparman yang telah memberikan doa, perhatian dan dorongannya demi terselesaikan skripsi ini;
8. Sahabat-sahabat A FIRE LIFE (Fendy, Ifa, Rizka, Ervin, Lutfi, Latifatur, Fathur, dan Elna), serta teman-teman angkatan 2009 (MALINC) yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini;

9. Millatus Sholihah yang dengan sabar, dan telah memberi semangat dan perhatian selama penyusunan skripsi ini;
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu demi kelancaran dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Juli 2015

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 LatarBelakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Teori Logika <i>Fuzzy</i>	4
2.1.1 Himpunan <i>Fuzzy</i>	4
2.1.2 Semesta Pembicaraan	5
2.1.3 Domain.....	5
2.1.4 Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy</i>	6
2.1.5 Operator-operator <i>Fuzzy</i>	10
2.2 Metode Mamdani	11
2.3 Metode Sugeno	13
2.3.1 Model <i>Fuzzy</i> Sugeno Orde-Nol	13
2.3.2 Model <i>Fuzzy</i> Sugeno Orde-Satu	14
2.3.3 Langkah-langkah Penyelesaian Metode Sugeno	14
2.4 Toolbox Matlab	16
2.5 Pengertian Produksi	17
2.5.1 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produksi.....	17

2.5.2 Fungsi Produksi	17
2.6 <i>The Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i>	18
BAB 3 METODE PENELITIAN	19
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Penyelesaian Menggunakan Metode Mamdani	22
4.2 Penyelesaian Menggunakan Metode Sugeno	37
4.3 Menghitung MAPE	44
BAB 5 PENUTUP	48
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	50

DAFTAR GAMBAR

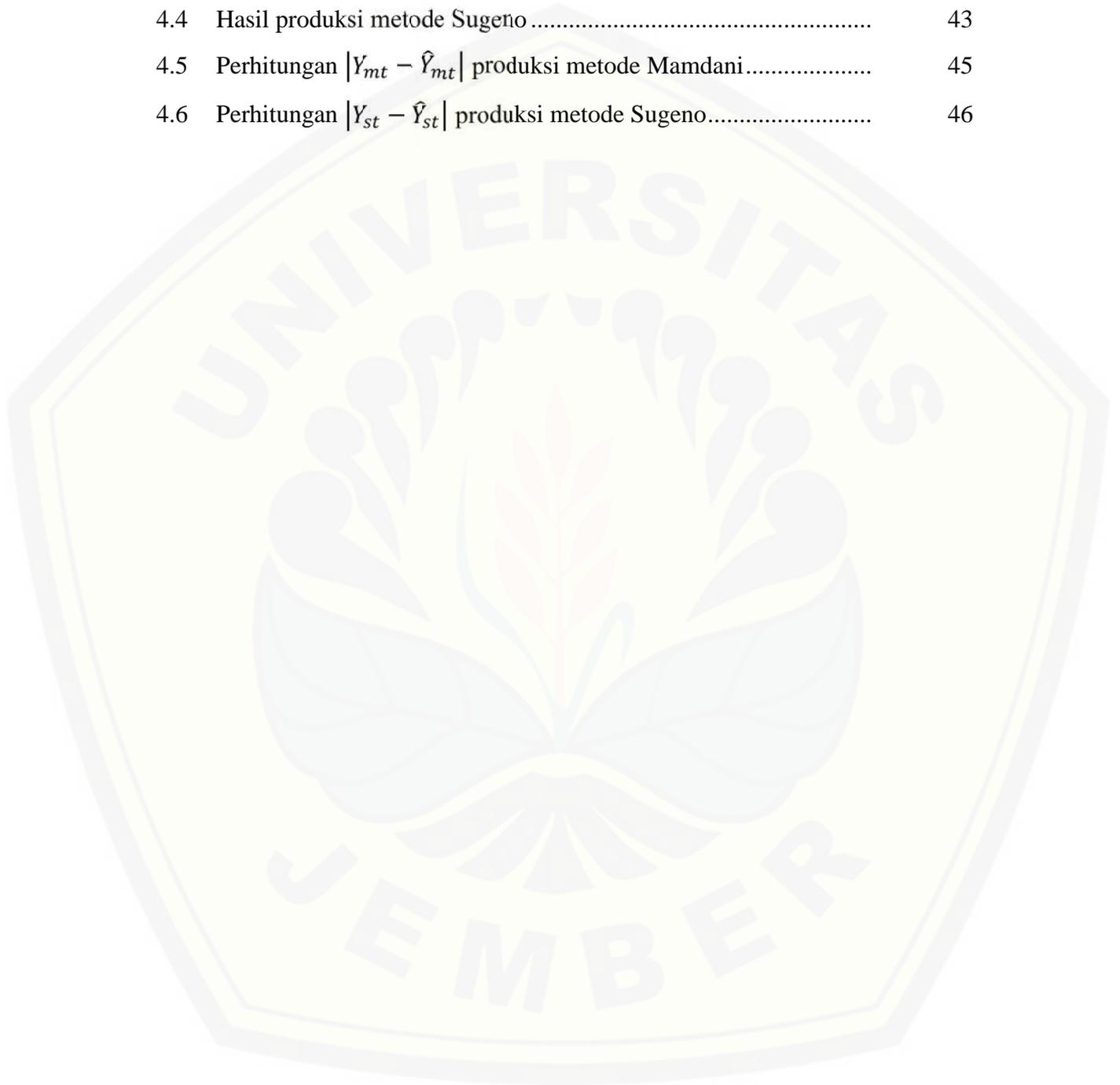
Halaman

2.1	Himpunan <i>fuzzy</i> variabel Temperatur	5
2.2	Representasi kurva linear naik	6
2.3	Representasi kurva linear turun	7
2.4	Representasi kurva segitiga	7
2.5	Representasi kurva trapesium	8
2.6	Representasi kurva bahu kiri	9
2.7	Representasi kurva bahu kanan	9
2.8	Komposisi aturan <i>fuzzy</i> Mamdani metode Max	12
2.9	Defuzzifikasi <i>fuzzy</i> Mamdani	13
2.10	Komposisi aturan <i>fuzzy</i> Sugeno metode Max	15
2.11	Defuzzifikasi <i>fuzzy</i> Sugeno	15
3.1	Skema penelitian	19
4.1	Sistem <i>inferensi fuzzy</i> (FIS) editor Mamdani	22
4.2	Fungsi keanggotaan variabel permintaan	24
4.3	Fungsi keanggotaan variabel persediaan	26
4.4	Fungsi keanggotaan variabel produksi Mamdani	27
4.5	<i>Rule editor</i> aturan <i>fuzzy</i> Mamdani	28
4.6	Aturan <i>fuzzy</i> Mamdani [R2]	30
4.7	Aturan <i>fuzzy</i> Mamdani [R5]	31
4.8	Gabungan <i>output</i> daerah <i>fuzzy</i> Mamdani	33
4.9	Solusi daerah <i>fuzzy</i> Mamdani	33
4.10	<i>Rule viewer fuzzy</i> Mamdani	35
4.11	Sistem <i>inferensi fuzzy</i> (FIS) editor Sugeno	37
4.12	Fungsi keanggotaan variabel produksi Sugeno	38
4.13	<i>Rule editor</i> aturan <i>fuzzy</i> Sugeno	39
4.14	<i>Rule viewer fuzzy</i> Sugeno	43

DAFTAR TABEL

Halaman

4.1	Domain himpunan <i>fuzzy</i> variabel <i>input</i>	23
4.2	Domain himpunan <i>fuzzy</i> variabel <i>output</i>	23
4.3	Hasil produksi metode Mamdani.....	36
4.4	Hasil produksi metode Sugeno	43
4.5	Perhitungan $ Y_{mt} - \hat{Y}_{mt} $ produksi metode Mamdani.....	45
4.6	Perhitungan $ Y_{st} - \hat{Y}_{st} $ produksi metode Sugeno.....	46



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini semakin pesat, banyak para ahli yang muncul dengan temuan-temuan baru baik dari segi ilmu pengetahuan maupun teknologi. Seiring dengan perkembangan tersebut, pada tahun 1965 Lotfi A. Zadeh memperkenalkan suatu konsep baru yang disebut konsep *fuzzy*. Gagasan ini akhirnya memberikan pengetahuan baru pada ilmu matematika dan terapannya yang pada akhirnya muncul himpunan *fuzzy* dan logika *fuzzy* (Pattian, 2009).

Konsep *fuzzy* menurut Zadeh adalah himpunan tidak tegas yang setiap anggotanya memiliki derajat keanggotaan yang memiliki interval antara 0 sampai dengan 1. Logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang *input* kedalam suatu ruang *output* yang mempunyai nilai kontinyu yang dinyatakan dalam suatu derajat keanggotaan (Kusumadewi, 2002).

Salah satu penerapan logika *fuzzy* dalam perencanaan produksi yaitu dalam penentuan jumlah produksi. Ilmu yang mempelajari tentang perencanaan produksi adalah manajemen operasi. Secara umum, manajemen operasi diartikan sebagai pengarahan dan pengendalian berbagai kegiatan yang mengolah berbagai jenis sumber daya untuk membuat barang atau jasa tertentu (Abdurrahman, 2011).

Dari beberapa metode yang dapat digunakan untuk optimasi jumlah produksi, logika *fuzzy* mampu memetakan suatu *input* ke dalam suatu *output* tanpa mengabaikan faktor-faktor yang ada. Dengan menggunakan logika *fuzzy* akan dihasilkan suatu model dari suatu sistem yang mampu memperkirakan jumlah produksi. Faktor-faktor yang mempengaruhi dalam menentukan jumlah produksi menggunakan logika *fuzzy* antara lain jumlah permintaan dan jumlah persediaan. Ada beberapa metode *fuzzy* yang dapat digunakan dalam menentukan jumlah produksi yaitu metode Mamdani dan metode Sugeno (Samosir *et al*, 2013).

Penelitian terkait logika *fuzzy* telah banyak dilakukan, diantaranya Bahri (2007) menggunakan metode logika *fuzzy* untuk memprediksi jumlah kendaraan bermotor berdasarkan tingkat kebisingan lalu lintas, lebar jalan dan faktor koreksi. Sistem *inferensi fuzzy* yang digunakan adalah metode Sugeno dengan tiga input yaitu level kebisingan lalu lintas, lebar jalan dimana sistem ini digunakan, faktor koreksi sebagai faktor penalaran dan outputnya jumlah kendaraan prediksi sistem. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan hasil prediksi sistem *fuzzy* dengan jumlah kendaraan sebenarnya dan dihasilkan Sistem prediksi *fuzzy* yang dibuat mampu memprediksi jumlah kendaraan bermotor dengan kesalahan sebesar 3 - 7 %.

Selain itu, Sari (2013) menerapkan logika *fuzzy* Mamdani dan MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia) pada pengaturan lampu lalu lintas. Pada penelitian tersebut diperoleh hasil bahwa perhitungan untuk memperoleh waktu sinyal *traffic light* dapat dilakukan dengan memanfaatkan *Fuzzy Logic Toolbox* yang terdapat pada program komputer Matlab, dan kinerja yang dihasilkan dengan menggunakan teori logika *fuzzy* lebih kecil tundaannya dibandingkan dengan tundaan yang dihasilkan metode MKJI. Tundaan Simpang dengan MKJI adalah 22,32 detik sedangkan dengan metode *fuzzy* 8,64 detik.

Produksi adalah permasalahan yang dihadapi pabrik kerupuk UD. Sopo Nyono di Kabupaten Jember. Kebutuhan konsumen yang selalu berubah-ubah dari waktu ke waktu, dalam arti konsumsi setiap bulannya selalu berbeda. Sehingga terjadi hubungan antara permintaan, persediaan dan jumlah produksi antara satu dengan yang lain menjadi saling berkaitan. Apabila jumlah produksi melebihi permintaan akan terkena biaya tambahan dan sebaliknya apabila jumlah yang diproduksi kurang dari permintaan akan menimbulkan rasa kekecewaan terhadap konsumen yang akhirnya merugikan perusahaan itu sendiri. Berdasarkan permasalahan di atas, untuk meminimalisir terjadinya kelebihan atau kekurangan produksi barang, maka pada penulisan skripsi ini penulis menggunakan alternatif penyelesaian dengan menggunakan logika *fuzzy* dengan metode Mamdani dan metode Sugeno untuk menentukan jumlah produksi tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Beberapa permasalahan yang akan dibahas dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan jumlah produksi menggunakan logika *fuzzy* metode Mamdani dan metode Sugeno berdasarkan dua variabel *input* permintaan dan persediaan.
- b. Menentukan metode terbaik dari perbandingan hasil jumlah produksi metode Mamdani dan metode Sugeno.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengetahui jumlah produksi menggunakan logika *fuzzy* metode Mamdani dan metode Sugeno berdasarkan dua variabel *input* permintaan dan persediaan.
- b. Mengetahui metode terbaik dari perbandingan hasil jumlah produksi metode Mamdani dan metode Sugeno.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai wacana untuk menambah wawasan tentang logika *fuzzy* metode Mamdani dan metode Sugeno serta memberikan informasi kepada perusahaan penggunaan logika *fuzzy* untuk menentukan jumlah produksi.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Logika *Fuzzy*

Logika *fuzzy* dikembangkan oleh Prof. Lotti A. Zadeh pada tahun 1965, Zadeh memodifikasi teori himpunan, dimana setiap anggotanya memiliki derajat keanggotaan antara 0 sampai 1 yang disebut dengan himpunan kabur. Chak, 1998 menjelaskan bahwa pada dasarnya teori himpunan *fuzzy* merupakan perluasan dari teori himpunan klasik. Teori himpunan klasik memiliki nilai benar atau salah secara tegas, misalkan keberadaan suatu elemen pada suatu himpunan A , hanya akan memiliki 2 kemungkinan keanggotaan yaitu menjadi anggota A atau tidak menjadi anggota A . Sebaliknya logika *fuzzy* adalah sebuah logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran antara benar dan salah. Pada logika *fuzzy* sebuah nilai bisa benar dan salah secara bersamaan namun berapa besar nilai kebenaran dan kesalahan tergantung pada bobot keanggotaannya.

2.1.1 Himpunan *Fuzzy*

Himpunan *fuzzy* adalah sekumpulan obyek dimana masing-masing obyek memiliki nilai keanggotaan (*membership function*) " μ " atau disebut dengan nilai kebenaran. Jika X adalah variabel *fuzzy* Temperatur dan anggotanya dinyatakan dengan x maka himpunan *fuzzy* dari A di dalam X adalah himpunan dengan sepasang anggota atau dapat dinyatakan dengan:

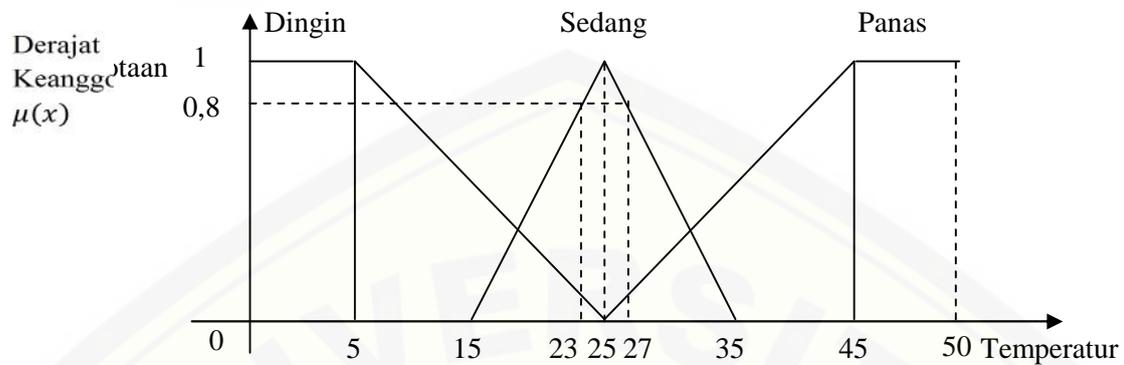
$$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X\}$$

Contoh, jika A = "himpunan *fuzzy* untuk temperatur Sedang" dengan

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0; & x < 15 \text{ atau } x > 35 \\ \frac{x - 15}{10}; & 15 \leq x < 25 \\ \frac{35 - x}{10}; & 25 \leq x \leq 35 \end{cases}$$

maka

$$A = \{(15; 0), \dots, (23; 0,8), \dots, (25; 1), \dots, (27; 0,8), \dots, (35; 0)\}$$



Gambar 2.1 Himpunan *fuzzy* variabel Temperatur

2.1.2 Semesta Pembicaraan

Semesta pembicaraan adalah semua nilai yang dapat dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*. Semesta pembicaraan adalah himpunan bilangan real yang monoton naik dari kiri ke kanan atau sebaliknya. Nilai semesta pembicaraan bisa berupa bilangan positif ataupun negatif. Berikut ini contoh semesta pembicaraan:

- Semesta pembicaraan untuk variabel temperatur: [0 50]
- Semesta pembicaraan untuk variabel umur: [0 80]

2.1.3 Domain

Domain himpunan *fuzzy* adalah semua nilai yang dapat digunakan dan bisa dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Seperti halnya semesta pembicaraan, domain adalah himpunan bilangan real yang monoton naik dari kiri ke kanan. Nilai domain bisa berupa bilangan positif maupun negatif. Berikut ini contoh domain himpunan *fuzzy*:

- DINGIN [0 20]
- SEJUK [15 25]
- NORMAL [20 30]
- HANGAT [25 35]
- PANAS [30 40]

(Kusumadewi, 2002).

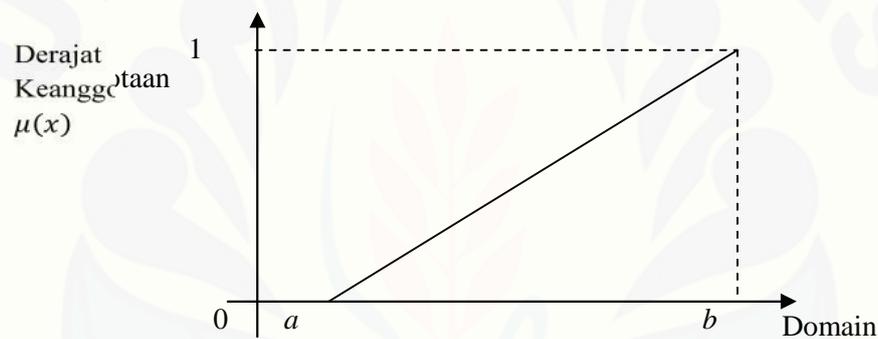
2.1.4 Fungsi Keanggotaan *Fuzzy*

Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang berupa titik-titik input kedalam nilai keanggotaanya dengan interval 0 sampai 1.

Berikut ini adalah fungsi keanggotaan yang bisa digunakan, diantaranya:

a. Representasi Linier

Pada Representasi Linier, digambarkan dalam suatu bentuk garis lurus. Pada representasi linier terdiri dari dua keadaan yaitu representasi linear naik dan turun. Representasi linear naik menggambarkan kenaikan suatu himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol bergerak ke kanan menuju ke nilai yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi (lihat pada Gambar 2.2).

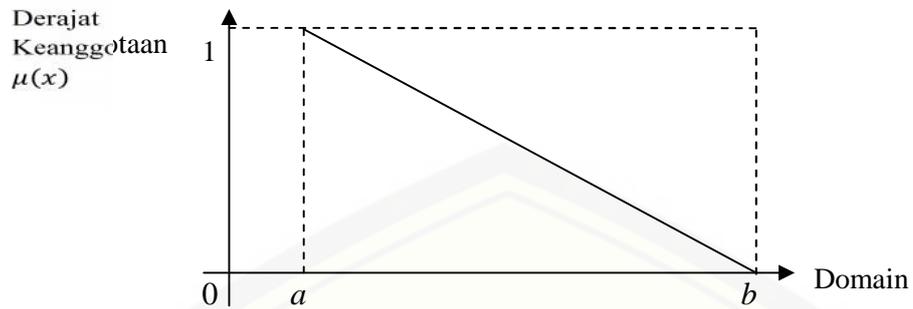


Gambar 2.2 Representasi linear naik

Fungsi keanggotaan representasi linear naik dinyatakan menggunakan persamaan (2.1).

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & , & x < a \text{ atau } x > b \\ \frac{x - a}{b - a} & , & a \leq x \leq b \end{cases} \quad (2.1)$$

Sedangkan representasi linear turun menggambarkan penurunan suatu himpunan dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah (lihat pada Gambar 2.3).



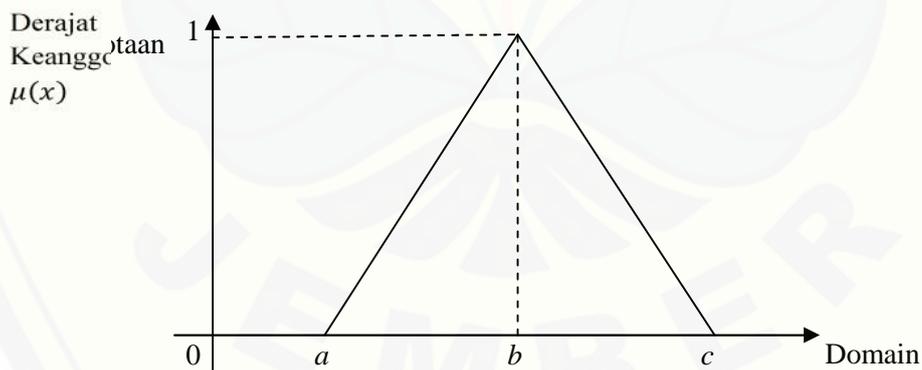
Gambar 2.3 Representasi linear turun

Fungsi keanggotaan representasi linear turun dinyatakan menggunakan persamaan (2.2).

$$\mu(x) = \begin{cases} \frac{b-x}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 0, & x < a \text{ atau } x > b \end{cases} \quad (2.2)$$

b. Representasi Kurva Segitiga

Representasi kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara dua garis linear naik dan turun (lihat pada Gambar 2.4).



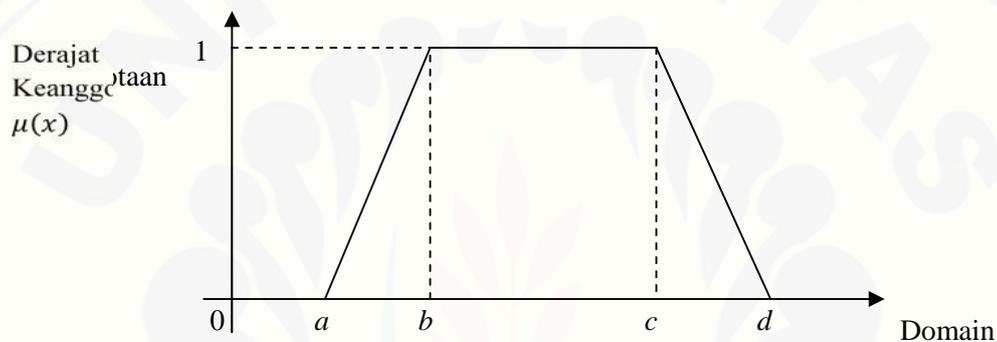
Gambar 2.4 Representasi kurva segitiga

Fungsi keanggotaan representasi segitiga dinyatakan menggunakan persamaan (2.3) di bawah ini.

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x < a \text{ atau } x > c \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b < x \leq c \end{cases} \quad (2.3)$$

c. Representasi Kurva Trapesium

Representasi kurva trapesium menggambarkan kurva yang berbentuk trapesium yang di dalamnya terdapat beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaannya sama dengan 1 (lihat pada Gambar 2.9).



Gambar 2.5 Representasi kurva trapesium

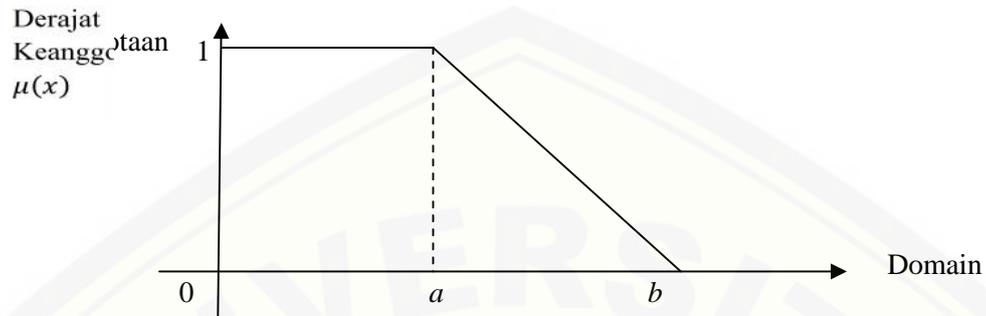
Fungsi keanggotaan representasi trapesium dinyatakan menggunakan persamaan (2.4) di bawah ini.

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x < a \text{ atau } x > d \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b < x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c < x \leq d \end{cases} \quad (2.4)$$

d. Representasi Kurva Bentuk Bahu

Pada representasi kurva bentuk bahu terdiri dari dua bahu, yaitu bahu kanan dan kiri. Kurva bahu kiri merepresentasikan kondisi konstan dari kiri dengan nilai keanggotaan 1 kemudian turun dengan nilai keanggotaan menuju ke 0 (Lihat Gambar 2.5). Sedangkan kurva bahu kanan merepresentasikan keadaan yang

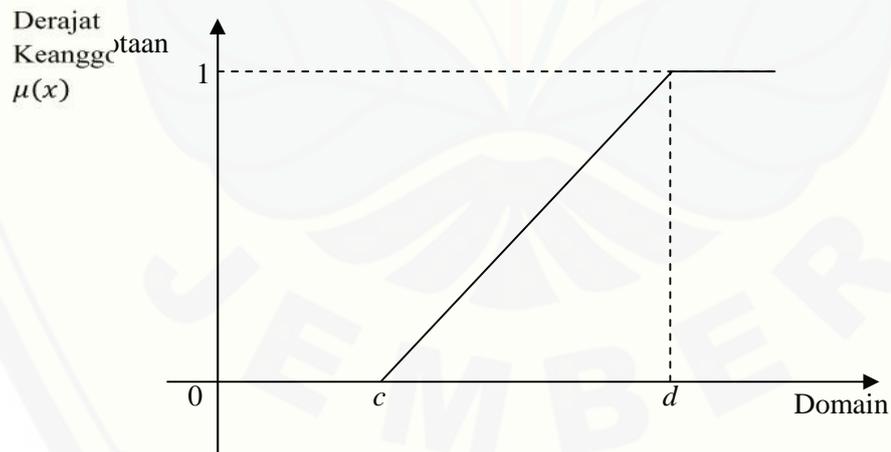
linear naik dari nilai keanggotaan 0 menuju nilai keanggotaan sama dengan 1 secara konstan ke kanan (Lihat pada Gambar 2.6).



Gambar 2.6 Representasi kurva bahu kiri

Fungsi keanggotaan representasi bahu kiri dinyatakan dengan menggunakan persamaan (2.5).

$$\mu(x) = \begin{cases} 1 & , x < a \\ \frac{b-x}{b-a} & , a \leq x \leq b \\ 0 & , x > b \end{cases} \quad (2.5)$$



Gambar 2.7 Representasi kurva bahu kanan

Fungsi keanggotaan representasi bahu kanan dinyatakan dengan persamaan (2.6).

$$\sim(x) = \begin{cases} 0, & x < c \\ \frac{x-c}{d-c}, & c \leq x \leq d \\ 1, & x > d \end{cases} \quad (2.6)$$

2.1.5 Operator-operator *Fuzzy*

Operator dasar *fuzzy* ada tiga yang dikemukakan oleh Zadeh, yaitu:

a. Operator *AND*

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A(x), \mu_B(y)) \quad (2.7)$$

Hasil dari operasi dengan operator *And* disebut r – predikat yang diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan. Persamaan (2.7) merupakan rumus operator *And* berhubungan dengan operasi irisan (interseksi) pada himpunan.

b. Operator *OR*

$$\mu_{A \cup B} = \max(\mu_A(x), \mu_B(y)) \quad (2.8)$$

Hasil dari operasi dengan operator *Or* disebut r – predikat yang diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan. Persamaan (2.8) merupakan rumus operator *Or* berhubungan dengan operasi gabungan (*union*) pada himpunan.

c. Operator *NOT*

$$\sim_{A'} = 1 - \sim_A(x) \quad (2.9)$$

Hasil dari operasi dengan operator *Not* disebut r – predikat yang diperoleh dengan mengurangi nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari 1. Persamaan (2.9) merupakan rumus operator *Not* (Kusumadewi & Hartati, 2006).

2.2 Metode Mamdani

Metode Mamdani dikenal juga dengan nama metode *Min-Max*. Metode Mamdani bekerja berdasarkan aturan-aturan linguistik. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim H. Mamdani pada tahun 1975. Ada 4 langkah untuk mendapatkan *output* (hasil), :

a. Fuzzifikasi

Semua variabel yang akan digunakan ditentukan terlebih dahulu. Untuk setiap variabel *input* dan *output* dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*.

b. Pembentukan Aturan Dasar *Fuzzy*

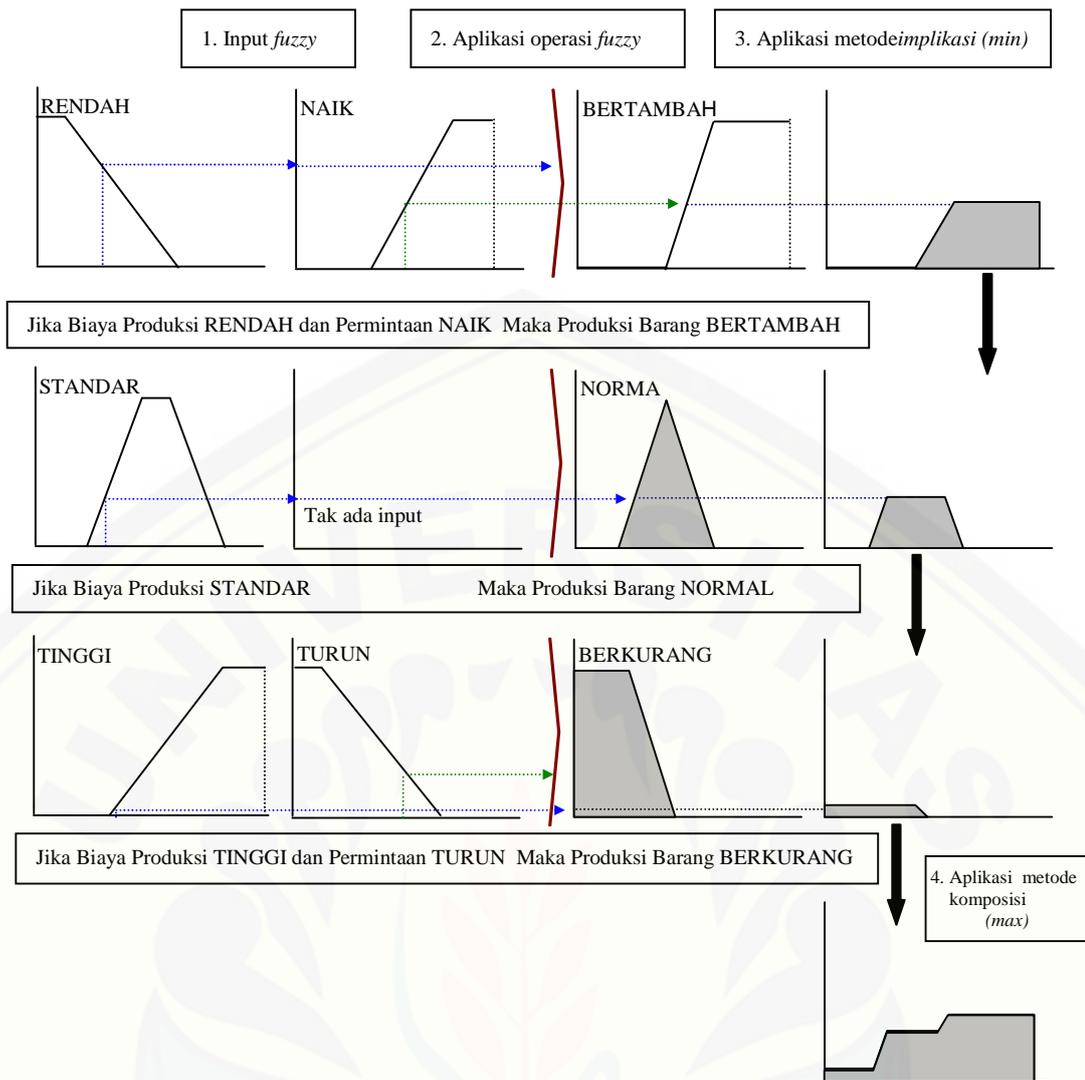
Menyusun aturan-aturan berupa implikasi-implikasi *fuzzy* yang menyatakan hubungan antara variabel *input* dengan variabel *output*. Bentuk umumnya adalah sebagai berikut :

$$\text{Jika } a \text{ adalah } A_i \text{ dan } b \text{ adalah } B_i, \text{ maka } z \text{ adalah } Z_i \quad (2.10)$$

dengan A_i , B_i , dan Z_i adalah predikat-predikat *fuzzy* yang merupakan nilai linguistik ke- i dari masing-masing variabel. Banyaknya nilai linguistik variabel *input* dan *output* menentukan banyaknya aturan yang dibentuk. Pada Metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah *Min* yang merupakan aplikasi dari operator *AND*, seperti pada persamaan (2.7).

c. Komposisi aturan

Komposisi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan apabila sistem terdiri dari beberapa aturan. Pada logika *fuzzy* Mamdani, metode yang digunakan yaitu 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 operator *Or* (gabungan). Jika semua proporsi telah dievaluasi, maka output akan berisi suatu himpunan *fuzzy* yang merefleksikan kontribusi dari tiap-tiap proporsi.



Gambar 2.8 Komposisi aturan fuzzy Mamdani metode Max

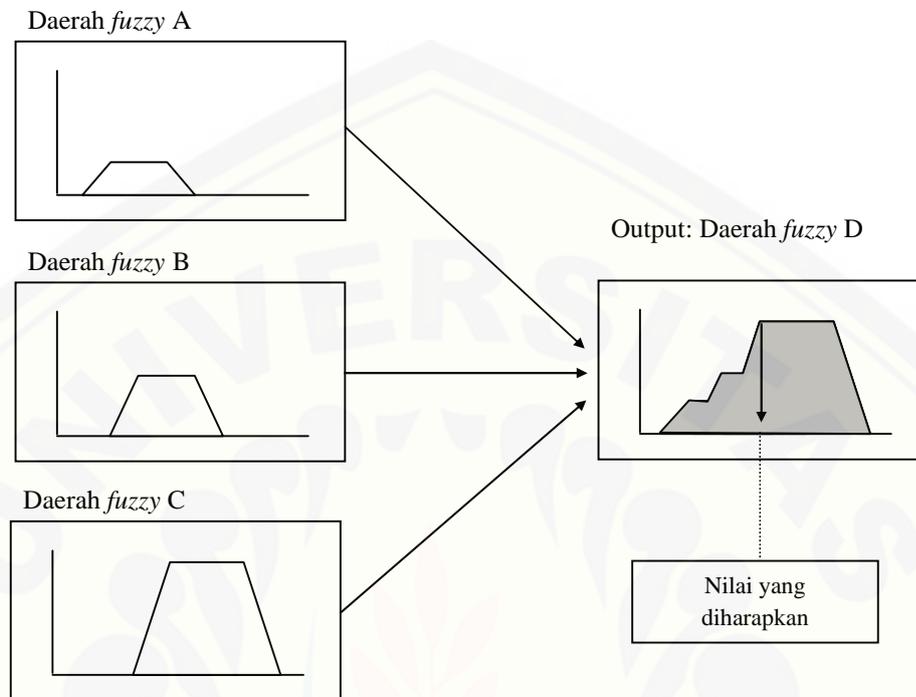
d. Defuzzifikasi

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.

Metode centroid adalah metode pengambilan keputusan dengan cara mengambil titik pusat daerah fuzzy. Solusi tegas pada metode ini diperoleh dengan cara mengambil titik pusat daerah fuzzy. Secara umum dituliskan menggunakan persamaan 2.11.

$$Z = \frac{\int_z z\mu(z)dz}{\int_z \mu(z)dz} \tag{2.11}$$

dengan z adalah variabel *output*, Z adalah titik pusat daerah *output fuzzy*, $\mu(z)$ adalah fungsi keanggotaan dari variabel *output*.



Gambar 2.9 Defuzzifikasi fuzzy Mamdani

2.3 Metode Sugeno

Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985. Penalaran dengan metode SUGENO tidak jauh berbeda dengan penalaran MAMDANI, hanya saja output (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear.

2.3.1 Model Fuzzy Sugeno Orde-Nol

Secara umum bentuk model fuzzy Sugeno Orde-Nol adalah:

$$IF (x_1 \text{ is } A_1) \bullet (x_2 \text{ is } A_2) \bullet (x_3 \text{ is } A_3) \dots \bullet (x_n \text{ is } A_n) THEN z = k \quad (2.12)$$

dimana A_i adalah himpunan fuzzy ke- i sebagai anteseden, \bullet adalah operator fuzzy AND, k merupakan suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuen, dan n menyatakan suku ke- n .

2.3.2 Model Fuzzy Sugeno Orde-Satu

Secara umum bentuk model fuzzy Sugeno Orde-Satu adalah:

$$IF (x_1 \text{ is } A_1) \bullet \dots \bullet (x_n \text{ is } A_n) THEN z = p_1 * x_1 + \dots + p_N * x_N + q \quad (2.13)$$

dimana A_i adalah himpunan fuzzy ke- i sebagai anteseden, \bullet adalah operator *fuzzy AND*, p_1 adalah suatu konstanta (tegas) ke- i dan q juga merupakan konstanta dalam konsekuen.

2.3.3 Langkah-langkah Penyelesaian Metode Sugeno

a. Fuzzifikasi

Pada tahap fuzzyfikasi, data input diubah kedalam bentuk himpunan *fuzzy*.

c. Pembentukan Aturan Dasar *Fuzzy*

Aturan dasar *fuzzy* mendefinisikan suatu hubungan antara variabel *input* dengan variabel *output*. *Output* pada metode Sugeno berupa konstanta atau persamaan linier. Operator fuzzy yang digunakan adalah *AND* dan τ – predikat diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil seperti pada persamaan (2.7).

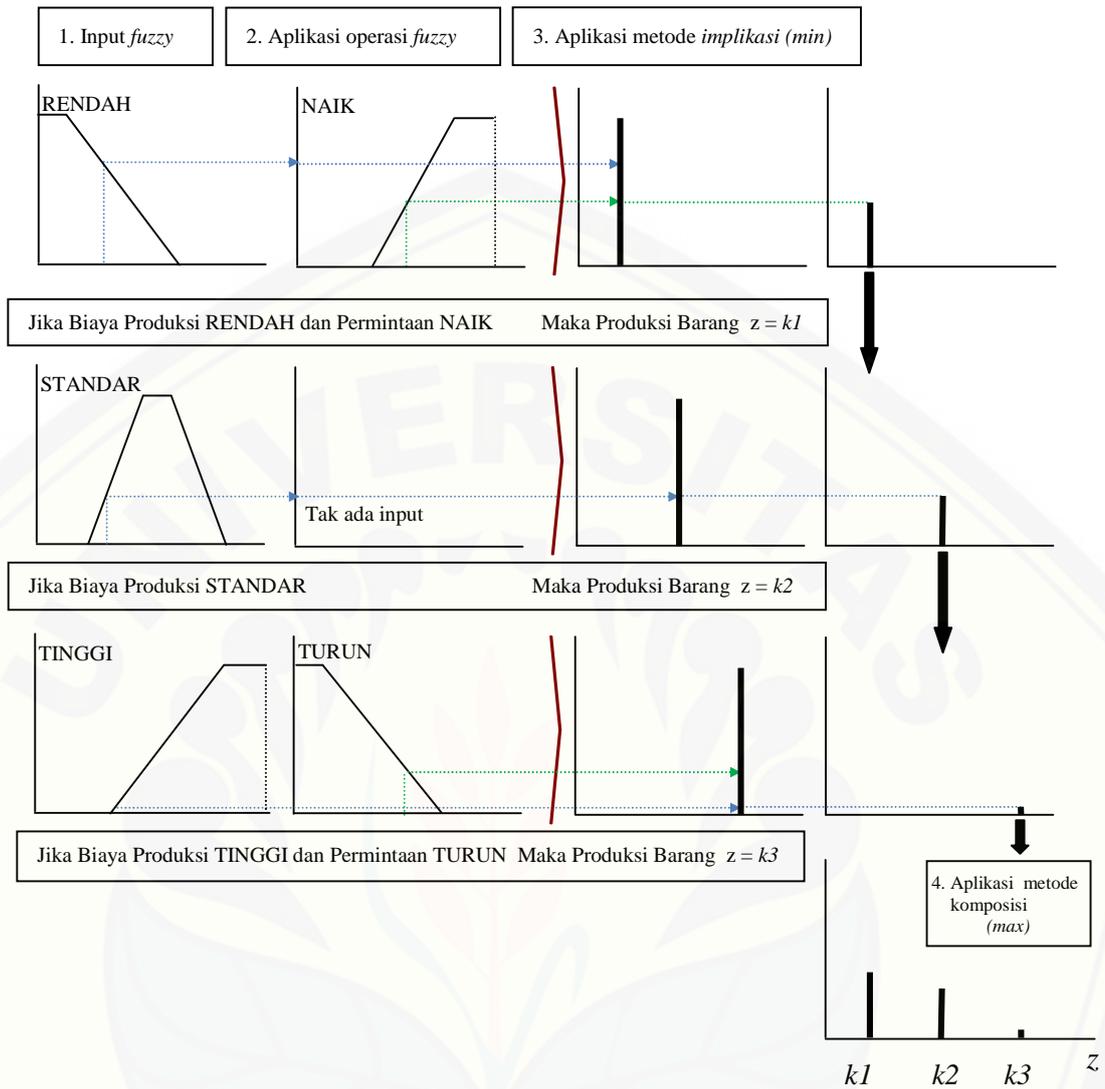
e. Komposisi aturan

Komposisi pada logika *fuzzy* Sugeno metode yang digunakan sama dengan komposisi pada logika *fuzzy* Mamdani yaitu metode *Max (maximum)*. Perbedaan hanya terdapat pada daerah hasilnya yang berupa konstanta.

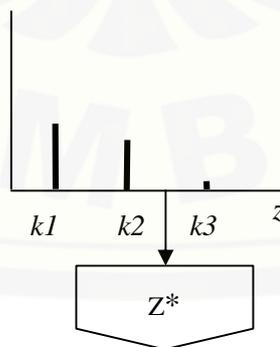
d. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah suatu tahap untuk menghasilkan nilai variabel solusi yang diinginkan dari suatu daerah konsekuen *fuzzy*. Metode defuzzifikasi yang digunakan adalah rata-rata terbobot secara umum dituliskan menggunakan persamaan (2.13)

$$Z = \frac{\sum_{j=1}^n z_j \sim(z_j)}{\sum_{j=1}^n \sim(z_j)} \quad (2.14)$$



Gambar 2.10 Komposisi aturan *fuzzy* Sugeno metode *Max*



Gambar 2.11 Defuzzifikasi *fuzzy* Sugeno

(Kusumadewi, 2002)

2.4 Toolbox Matlab

Fuzzy Logic Toolbox merupakan sekumpulan *tool* yang tersedia pada matlab yang berfungsi untuk mempermudah pengguna dalam merancang sistem *fuzzy*. *Fuzzy Logic Toolbox* menyediakan 5 GUI *tools* yang dapat digunakan untuk membangun, mengedit, dan mengobservasi sistem penalaran *fuzzy*, yaitu :

a. *Fuzzy Interference System (FIS) editor*

Sebagai langkah awal untuk membuat suatu penalaran *fuzzy* yang baru digunakan *FIS Editor*. Untuk menjalankan *FIS* cukup menuliskan “*fuzzy*” pada *command line* Matlab.

b. *Membership Function Editor*

Editor ini berfungsi untuk mengedit fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* untuk tiap-tiap variabel input dan output. *Editor* ini dapat dipanggil dengan cara memilih menu *View*, selanjutnya dipilih submenu *Edit membership functions*.

c. *Rule Editor*

Rule Editor merupakan bagian yang digunakan baik untuk mengedit maupun menampilkan aturan yang akan atau telah dibuat. *Editor* ini dapat dipanggil dengan cara memilih menu *view* selanjutnya dipilih submenu *edit rule* atau menekan tombol ctrl+3.

d. *Rule Viewer*

Alur penalaran *fuzzy* pada sistem meliputi pemetaan input yang diberikan ke tiap-tiap variabel input, aplikasi operator dan aturan dasar data *fuzzy*, komposisi (agregasi) aturan, sampai pada penentuan output tegas metode defuzzifikasi dilihat dengan menggunakan *Rule Viewer*.

e. *Surface Viewer*

Gambar pemetaan antara variabel-variabel input dan variabel-variabel output bisa dilihat menggunakan *Surface Viewer*. *Viewer* ini dipanggil dengan cara memilih menu *view* selanjutnya dipilih submenu *view surface* atau dengan menekan tombol ctrl+6 (Naba, 2009).

2.5 Pengertian Produksi

Pengertian produksi secara umum adalah suatu proses dalam menghasilkan suatu produk, dimulai dari produk mentah sampai dengan menghasilkan produk yang bisa dipakai dan bernilai guna. Menurut Ahyari (1986), produksi adalah suatu kegiatan yang dapat menimbulkan tambahan manfaat atau penciptaan manfaat baru yang terdiri dari faedah bentuk, waktu, tempat, dan kombinasi dari beberapa macam faedah di atas.

2.5.1 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produksi

Dalam suatu kegiatan produksi ada beberapa faktor yang mempengaruhinya, yaitu:

- a. Bahan baku yang digunakan
Jumlah dan jenis bahan baku yang digunakan akan menjadi input dari sistem produksi dalam suatu perusahaan.
- b. Tenaga kerja
Banyaknya tenaga kerja dalam memproduksi suatu barang merupakan salah satu input dari sistem produksi.
- c. Dana yang Tersedia
Dana yang tersedia untuk pembiayaan model kerja dalam suatu perusahaan merupakan input yang dibutuhkan oleh sistem produksi dalam suatu perusahaan.

2.5.2 Fungsi Produksi

Ada tiga fungsi utama dari kegiatan-kegiatan produksi, yaitu:

- a. Proses produksi merupakan metode dan teknik yang digunakan dalam mengolah bahan baku menjadi produk.
- b. Perencanaan produksi merupakan tindakan antisipasi di masa mendatang sesuai dengan periode waktu yang telah ditentukan.
- c. Pengendalian produksi merupakan tindakan yang menjamin bahwa semua kegiatan yang dilaksanakan dalam perencanaan telah dilakukan sesuai dengan target yang telah ditetapkan (Nasution, 2008).

2.6 The Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

MAPE adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk menghitung kesalahan-kesalahan peramalan dalam bentuk presentase. *The Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dihitung dengan menggunakan kesalahan absolut pada tiap periode dibagi dengan nilai observasi yang nyata untuk periode itu. Kemudian, meratarata kesalahan persentase absolut tersebut. Pendekatan ini berguna ketika ukuran atau besar variabel ramalan itu penting dalam mengevaluasi ketepatan ramalan. MAPE mengindikasikan seberapa besar kesalahan dalam meramal yang dibandingkan dengan nilai nyata pada deret. Metode MAPE digunakan jika nilai Y_t besar. MAPE dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t} \quad (2.15)$$

Dimana:

n : banyaknya periode

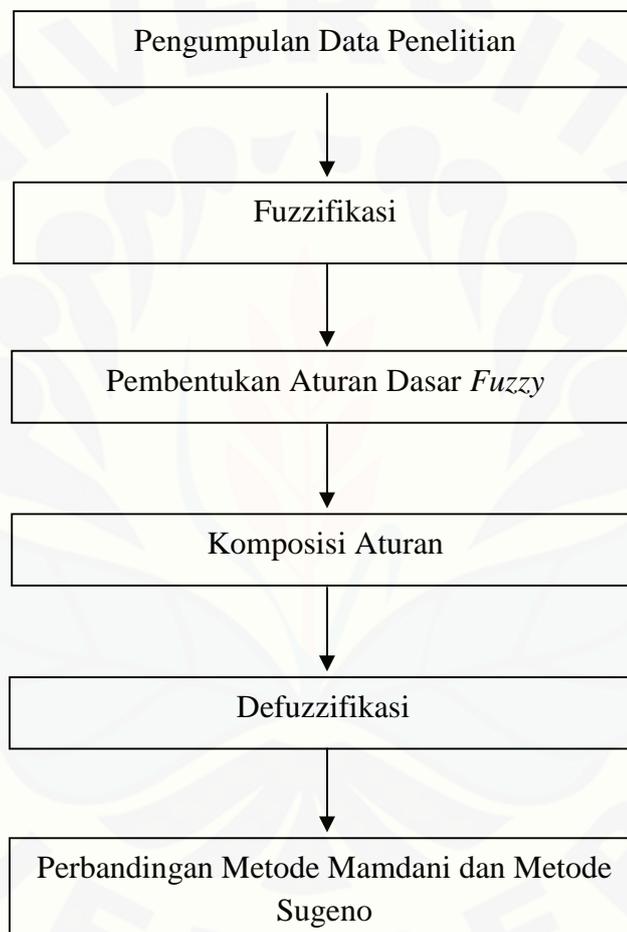
Y_t : nilai aktual pada periode waktu t

\hat{Y}_t : nilai ramalan untuk periode waktu t

(Assauri, 1984)

BAB 3. METODE PENELITIAN

Langkah–langkah yang akan dilakukan dalam penelitian perbandingan logika *fuzzy* metode Mamdani dan metode Sugeno dalam penentuan jumlah produksi adalah sebagai berikut.



Gambar 3.1 Skema penelitian

Selanjutnya akan dijelaskan langkah-langkah penyelesaian yang tampak pada Gambar 3.1 sebagai berikut:

a. Pengumpulan Data Penelitian

Pada penelitian ini data yang digunakan adalah jumlah permintaan, persediaan, dan jumlah produksi dalam periode bulan pada Januari 2013 sampai Januari 2015 yang diperoleh dari pabrik kerupuk UD. Sopo Nyono di Kabupaten Jember. Dalam penelitian ini digunakan 2 variabel *input* yaitu variabel permintaan dan persediaan sedangkan variabel *output* adalah jumlah produksi. Semua kegiatan produksi diasumsikan berjalan dengan lancar dan pengeringan kerupuk dilakukan dengan menggunakan alat. Data yang digunakan berupa data permintaan awal bulan, persediaan awal bulan yang merupakan sisa penjualan bulan sebelumnya.

b. Tahap Fuzzifikasi

Pada metode Mamdani dibentuk himpunan *fuzzy* untuk masing-masing variabel *input* dan *output*, sedangkan pada metode Sugeno hanya menentukan himpunan *fuzzy* pada variabel *input* karena variabel *output* berupa konstanta atau persamaan linier.

c. Pembentukan Aturan Dasar *Fuzzy*

Menyusun aturan-aturan berupa implikasi-implikasi *fuzzy* yang menyatakan hubungan antara variabel *input* dengan variabel *output*. Pada metode Mamdani bentuk implikasi seperti pada pernyataan (2.10), sedangkan pada metode Sugeno bentuk implikasinya ada dua bentuk yaitu orde 0 yang outputnya berupa konstanta seperti pada pernyataan (2.12) dan orde 1 yang memiliki *output* berupa fungsi seperti pada pernyataan (2.13).

d. Komposisi Aturan

Pada kedua metode operator fuzzy yang digunakan adalah *AND* dan r – predikat diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil seperti pada persamaan (2.7). Pada metode Mamdani apabila sistem terdiri dari beberapa aturan komposisi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Metode komposisi yang digunakan adalah metode *Max (maximum)* seperti pada gambar 2.8. Pada metode Sugeno juga menggunakan metode *Max (maximum)*, perbedaan hanya terdapat pada daerah hasilnya yang berupa konstanta seperti pada gambar 2.10.

e. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi merupakan tahap terakhir untuk memperoleh *output*. Pada metode Mamdani metode defuzzifikasi yang digunakan adalah metode *centroid*, metode *centroid* adalah metode pengambilan keputusan dengan cara mengambil titik pusat daerah *fuzzy*, seperti pada persamaan (2.11) dan bisa dilihat pada gambar (2.9). Sedangkan pada metode Sugeno metode *defuzzifikasi* yang digunakan adalah metode rata-rata terbobot seperti pada persamaan (2.14) dan bisa dilihat pada gambar (2.11).

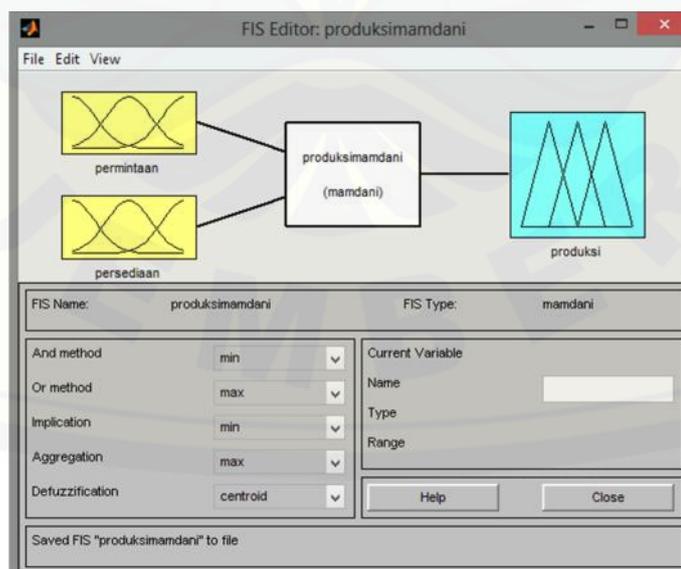
f. Perbandingan Metode Mamdani dan Metode Sugeno

Setelah didapatkan jumlah produksi dengan menggunakan metode Mamdani dan metode Sugeno, selanjutnya dihitung nilai *The Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) untuk kedua metode. Kemudian membandingkan nilai MAPE kedua metode tersebut, metode yang memiliki nilai MAPE yang paling kecil menunjukkan bahwa metode tersebut lebih cocok digunakan dalam penentuan jumlah produksi pada kasus ini.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Pabrik Kerupuk UD. Sopo Nyono yang beralamat di Jl. Pattimura Dsn. Krajan Lor RT. 08 RW. 04 Ds. Balung Lor Kec. Balung, Jember, Jawa Timur. Semua kegiatan produksi diasumsikan berjalan dengan lancar dan pengeringan kerupuk dilakukan dengan menggunakan alat. Data yang digunakan berupa data permintaan awal bulan, persediaan awal bulan yang merupakan sisa penjualan bulan sebelumnya, dan jumlah produksi awal bulan dalam periode pada Januari 2013 sampai Januari 2015. Berdasarkan data tersebut dapat diketahui, permintaan terbesar mencapai 700 kwintal perbulan, dan permintaan terkecil mencapai 300 kwintal perbulan sedangkan kapasitas gudang penyimpanan adalah 100 kwintal. Karena keterbatasan karyawan dan mesin Pabrik Kerupuk tersebut hanya mampu memproduksi kerupuk paling banyak 720 kwintal perbulan, dan diharapkan dapat memproduksi kerupuk paling sedikit 360 kwintal perbulan.

4.1 Penyelesaian Menggunakan Metode Mamdani



Gambar 4.1 Sistem inferensi fuzzy (FIS) editor Mamdani

Penentuan jumlah produksi dengan menggunakan logika *fuzzy* Mamdani yakni dengan menggunakan software Matlab 7.0. Sistem *Inferensi Fuzzy* (FIS) akan digunakan dalam program komputer ini dengan dua *input* permintaan, persediaan dan satu *output* jumlah produksi.

Tahap-tahap penyelesaian metode Mamdani:

a. Tahap Fuzzifikasi

Tahap pertama menentukan himpunan *fuzzy* dari masing-masing variabel, baik variabel *input* maupun *output*. Berikut ini disajikan Tabel 4.1 dan 4.2 yang menunjukkan penentuan domain himpunan *fuzzy*.

Tabel 4.1 Domain himpunan *fuzzy* untuk variabel *input*

Nama Variabel	Nama Himpunan <i>Fuzzy</i>	Domain (kwintal)
Permintaan	Rendah	300-425
	Sedang	375-625
	Tinggi	575-700
Persediaan	Sedikit	0-30
	Sedang	20-80
	Banyak	70-100

Sumber Data: Pabrik Kerupuk UD. Sopo Nyono Jember

Tabel 4.2 Domain himpunan *fuzzy* untuk variabel *output*

Nama Variabel	Nama Himpunan <i>Fuzzy</i>	Domain (kwintal)
Jumlah Produksi	Berkurang	360-475
	Normal	425-655
	Bertambah	605-720

Sumber Data: Pabrik Kerupuk UD. Sopo Nyono Jember

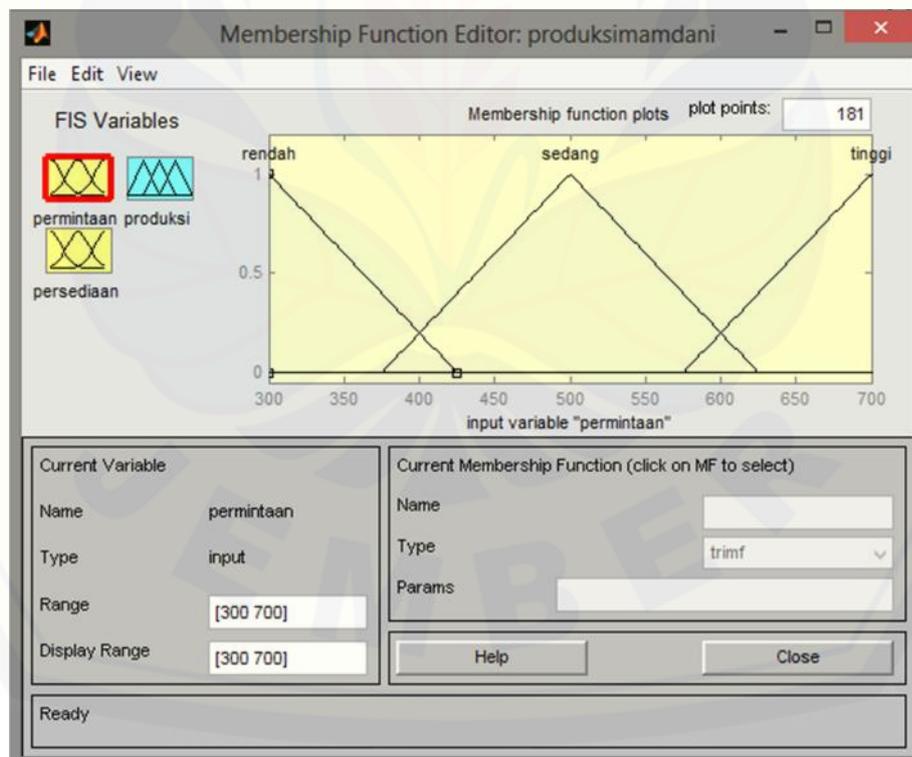
Selanjutnya menentukan fungsi dan derajat keanggotaan dari masing-masing variabel. Dalam permasalahan ini terdapat tiga variabel, yaitu dua variabel *input* berupa permintaan dan persediaan sedangkan satu variabel *output* berupa jumlah produksi.

Pada variabel permintaan terdiri tiga himpunan *fuzzy*, yaitu Rendah, Sedang, dan Tinggi. Untuk permintaan Rendah dan Tinggi digunakan kurva linier turun dan linier naik, sedangkan untuk permintaan Sedang digunakan kurva segitiga. Berdasarkan persamaan (2.1), (2.2), dan (2.3) maka fungsi keanggotaan untuk variabel permintaan dirumuskan dengan menggunakan persamaan (4.1), (4.2), dan (4.3) berikut ini. Fungsi keanggotaan untuk variabel permintaan dapat dilihat pada Gambar 4.1.

$$\mu_{\text{PmtRENDAH}}(x) = \begin{cases} \frac{425-x}{125}, & 300 \leq x \leq 425 \\ 0, & x < 300 \text{ atau } x > 425 \end{cases} \quad (4.1)$$

$$\mu_{\text{PmtSEDANG}}(x) = \begin{cases} 0, & x < 375 \text{ atau } x > 625 \\ \frac{x-375}{125}, & 375 \leq x \leq 500 \\ \frac{625-x}{125}, & 500 < x \leq 625 \end{cases} \quad (4.2)$$

$$\mu_{\text{PmtTINGGI}}(x) = \begin{cases} 0, & x < 575 \text{ atau } x > 700 \\ \frac{x-575}{125}, & 575 \leq x \leq 700 \end{cases} \quad (4.3)$$



Gambar 4.2 Fungsi keanggotaan variabel permintaan

Apabila permintaan kerupuk pada bulan Januari 2015 sebesar 390 kwintal, dengan menggunakan persamaan (4.1), (4.2), dan (4.3) maka diperoleh derajat keanggotanya sebagai berikut:

$$\sim_{\text{PmtRENDAH}}(390) = \frac{425-390}{125} = \frac{35}{125} = 0,28$$

$$\sim_{\text{PmtSEDANG}}(390) = \frac{390-375}{125} = \frac{15}{125} = 0,12$$

$$\sim_{\text{PmtTINGGI}}(390) = 0$$

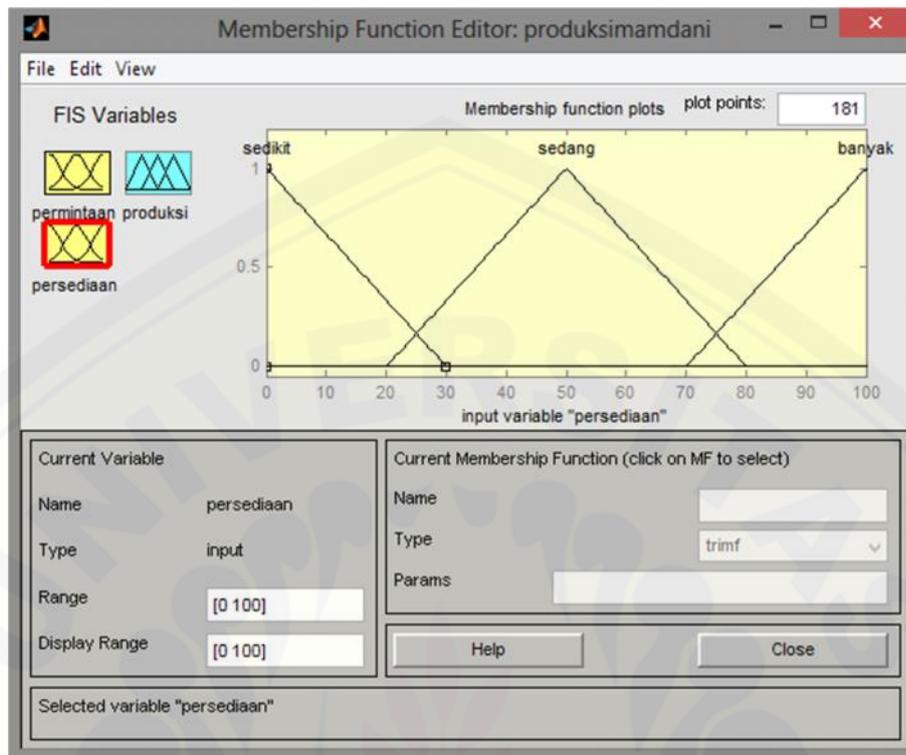
Pada variabel persediaan terdiri tiga himpunan *fuzzy*, yaitu Sedikit, Sedang, dan Banyak. Untuk persediaan Sedikit dan Banyak digunakan kurva linier turun dan linier naik, sedangkan untuk persediaan Sedang digunakan kurva segitiga. Berdasarkan persamaan (2.1), (2.2), dan (2.3) maka fungsi keanggotaan untuk variabel permintaan dirumuskan dengan menggunakan persamaan (4.4), (4.5), dan (4.6) berikut ini:

$$\mu_{\text{PsdSEDIKIT}}(y) = \begin{cases} \frac{30-y}{30}, & 0 \leq y \leq 30 \\ 0, & y > 30 \end{cases} \quad (4.4)$$

$$\mu_{\text{PsdSEDANG}}(y) = \begin{cases} \frac{y-20}{30}, & 20 \leq y \leq 50 \\ \frac{80-y}{30}, & 50 < y \leq 80 \\ 0, & y < 20 \text{ atau } y > 80 \end{cases} \quad (4.5)$$

$$\mu_{\text{PsdBANYAK}}(y) = \begin{cases} \frac{y-70}{30}, & 70 \leq y \leq 100 \\ 0, & y < 70 \text{ atau } y > 100 \end{cases} \quad (4.6)$$

Fungsi keanggotaan untuk variabel persediaan dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Fungsi keanggotaan variabel persediaan

Apabila persediaan kerupuk pada bulan Januari 2015 sebesar 35 kwintal, dengan menggunakan persamaan (4.4), (4.5), dan (4.6) maka diperoleh derajat keanggotanya sebagai berikut:

$$\sim_{\text{PsdSEDIKIT}}(35) = 0$$

$$\sim_{\text{PsdSEDANG}}(35) = \frac{35-20}{30} = \frac{15}{30} = 0,5$$

$$\sim_{\text{PsdBANYAK}}(35) = 0$$

Pada variabel Produksi (z) terdiri tiga himpunan *fuzzy*, yaitu Berkurang, Normal, dan Bertambah. Untuk Produksi Berkurang dan Bertambah digunakan kurva linier turun dan linier naik, sedangkan untuk Produksi Normal digunakan kurva segitiga. Berdasarkan persamaan (2.1), (2.2), dan (2.3) maka fungsi

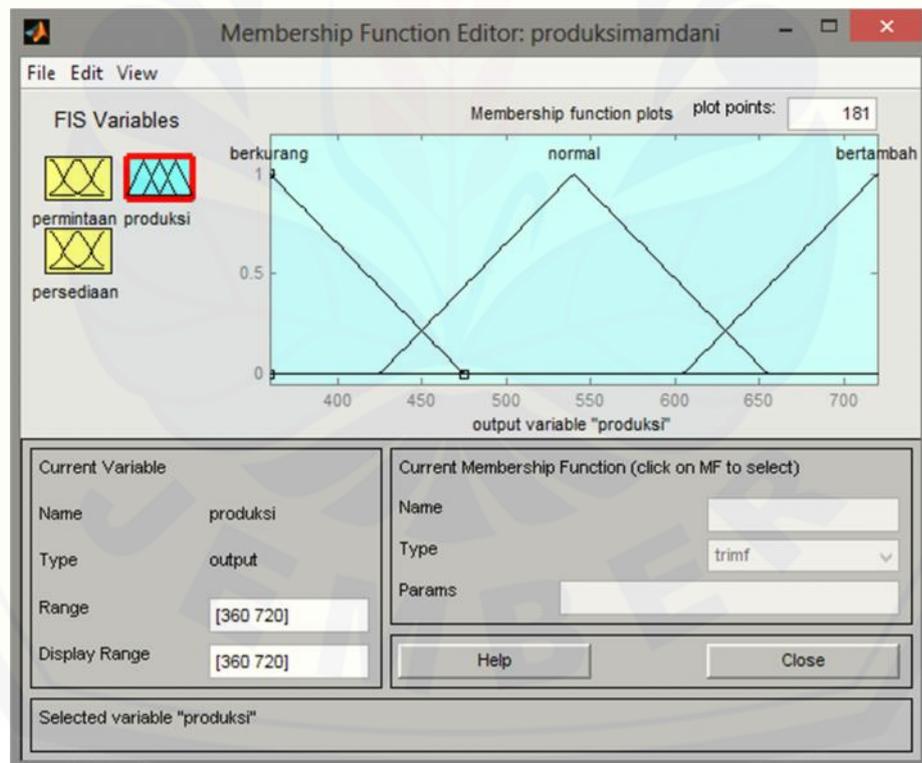
keanggotaan untuk variabel permintaan dirumuskan dengan menggunakan persamaan (4.7), (4.8), dan (4.9) berikut ini:

$$\mu_{\text{ProdBERKURANG}}(z) = \begin{cases} \frac{475-z}{115}, & 360 \leq z \leq 475 \\ 0, & z < 360 \text{ atau } z > 475 \end{cases} \quad (4.7)$$

$$\mu_{\text{ProdNORMAL}}(z) = \begin{cases} \frac{z-425}{115}, & 425 \leq z \leq 540 \\ \frac{655-z}{115}, & 540 < z \leq 655 \\ 0, & z < 425 \text{ atau } z > 655 \end{cases} \quad (4.8)$$

$$\mu_{\text{ProdBERTAMBAH}}(z) = \begin{cases} \frac{z-605}{115}, & 605 \leq z \leq 720 \\ 0, & z < 605 \text{ atau } z > 720 \end{cases} \quad (4.9)$$

Fungsi keanggotaan untuk variabel produksi dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Fungsi Keanggotaan variabel produksi Mamdani

b. Menentukan Aturan Dasar *Fuzzy*

Berdasarkan bentuk umum aturan dasar *fuzzy* Mamdani seperti pada pernyataan (2.10) dan jumlah himpunan *fuzzy* dari masing-masing variabel *input* terdapat sembilan kombinasi aturan yang mungkin terjadi. Adapun aturan-aturan tersebut yaitu:

[R1] Jika Permintaan Rendah dan Persediaan Sedikit, maka Produksi Berkurang

[R2] Jika Permintaan Rendah dan Persediaan Sedang, maka Produksi Berkurang

[R3] Jika Permintaan Rendah dan Persediaan Banyak, maka Produksi Berkurang

[R4] Jika Permintaan Sedang dan Persediaan Sedikit, maka Produksi Normal

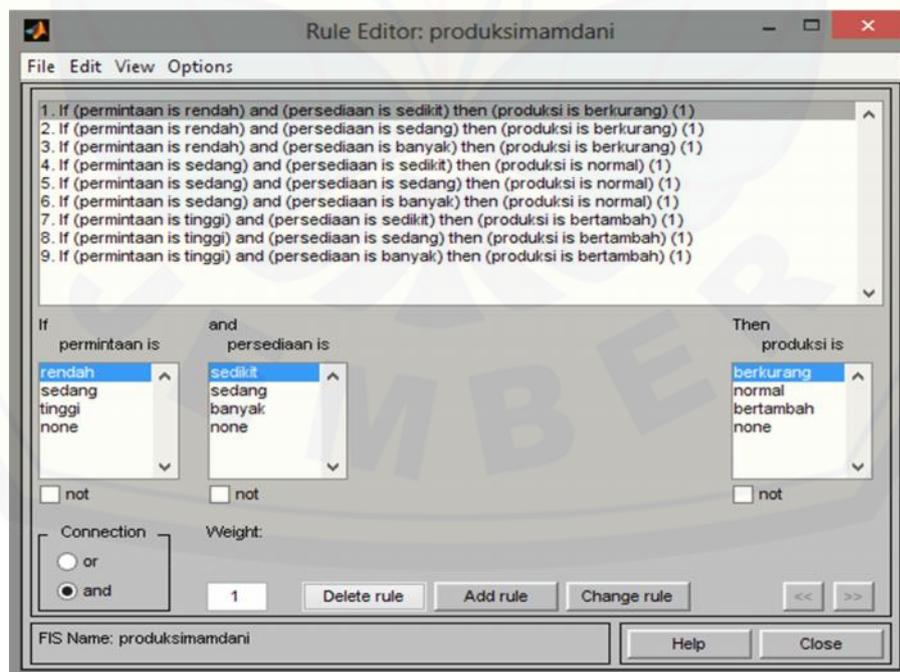
[R5] Jika Permintaan Sedang dan Persediaan Sedang, maka Produksi Normal

[R6] Jika Permintaan Sedang dan Persediaan Banyak, maka Produksi Normal

[R7] Jika Permintaan Tinggi dan Persediaan Sedikit, maka Produksi Bertambah

[R8] Jika Permintaan Tinggi dan Persediaan Sedang, maka Produksi Bertambah

[R9] Jika Permintaan Tinggi dan Persediaan Banyak, maka Produksi Bertambah



Gambar 4.5 Rule editor aturan *fuzzy* Mamdani

Aturan-aturan yang telah ditentukan diatas dimasukkan ke dalam *rule editor* pada program *toolbox* matlab seperti terlihat pada gambar 4.6 diatas.

c. Komposisi Aturan

Setelah memperoleh derajat keanggotaan μ dan aturan dasar *fuzzy* dari masing-masing variabel yang terkait, langkah selanjutnya yaitu komposisi aturan dasar *fuzzy*. Operator *fuzzy* yang digunakan adalah *AND* dan α -predikat ditentukan dengan memilih nilai minimal dari derajat keanggotaan untuk masing-masing variabel *input* seperti pada persamaan (2.7) sehingga dihasilkan:

[R1] Jika Permintaan Rendah dan Persediaan Sedikit, maka Produksi Berkurang

$$\begin{aligned} r - \text{predikat}_1 &= \sim_{PmtRENDAH} \cup \sim_{PsdSEDIKIT} \\ &= \min(\sim_{PmtRENDAH}(390), \sim_{PsdSEDIKIT}(35)) \\ &= \min(0,28;0) \\ &= 0 \end{aligned}$$

Tidak ada daerah *output fuzzy*

[R2] Jika Permintaan Rendah dan Persediaan Sedang, maka Produksi Berkurang

$$\begin{aligned} r - \text{predikat}_2 &= \sim_{PmtRENDAH} \cup \sim_{PsdSEDANG} \\ &= \min(\sim_{PmtRENDAH}(390), \sim_{PsdSEDANG}(35)) \\ &= \min(0,28;0,5) \\ &= 0,28 \end{aligned}$$

Pada saat $\mu_{ProdBERKURANG}(z) = 0,28$ nilai z dapat ditentukan sebagai berikut:

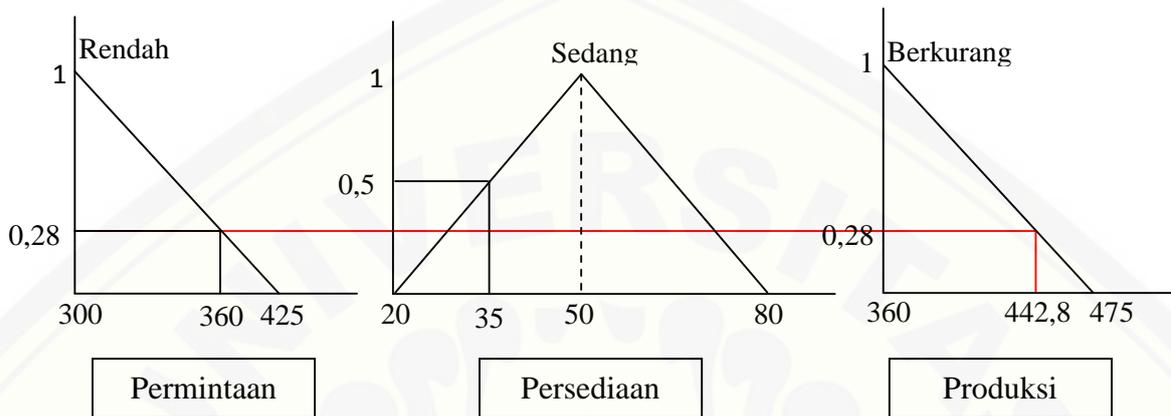
$$\sim_{ProdBERKURANG}(z) = \frac{475 - z}{115}, \quad 360 \leq z \leq 475$$

$$0,28 = \frac{475 - z}{115}$$

$$z = 442,8$$

Sehingga:

$$\sim_{\text{ProdBERKURANG}}(z) = \begin{cases} 0,28, & 360 \leq z \leq 42,8 \\ \frac{475-z}{115}, & 442,8 < z \leq 475 \\ 0, & z < 360 \text{ atau } z > 475 \end{cases}$$



Gambar 4.6 Aturan fuzzy Mamdani [R2]

[R3] Jika Permintaan Rendah dan Persediaan Banyak, maka Produksi Berkurang

$$\begin{aligned} r - \text{predikat}_3 &= \sim_{\text{PmtRENDAH}} \cup \sim_{\text{PsdBANYAK}} \\ &= \min(\sim_{\text{PmtRENDAH}}(390), \sim_{\text{PsdBANYAK}}(35)) \\ &= \min(0,28; 0) \\ &= 0 \end{aligned}$$

Tidak ada daerah output fuzzy

[R4] Jika Permintaan Sedang dan Persediaan Sedikit, maka Produksi Normal

$$\begin{aligned} r - \text{predikat}_4 &= \sim_{\text{PmtSEDANG}} \cup \sim_{\text{PsdSEDIKIT}} \\ &= \min(\sim_{\text{PmtSEDANG}}(390), \sim_{\text{PsdSEDIKIT}}(35)) \\ &= \min(0,12; 0) \\ &= 0 \end{aligned}$$

Tidak ada daerah output fuzzy

[R5] Jika Permintaan Sedang dan Persediaan Sedang, maka Produksi Normal

$$\begin{aligned}
 r - \text{predikat}_5 &= \sim_{P_{mt}SEDANG} \cup \sim_{P_{sd}SEDANG} \\
 &= \min(\sim_{P_{mt}SEDANG}(390), \sim_{P_{sd}SEDANG}(35)) \\
 &= \min(0,12; 0,5) \\
 &= 0,12
 \end{aligned}$$

Pada saat $\mu_{ProdNORMAL}(z) = 0,12$ nilai z dapat ditentukan sebagai berikut:

$$\mu_{ProdNORMAL}(z) = \frac{z - 425}{115}, \quad 425 \leq z \leq 540$$

$$0,12 = \frac{z - 425}{115}$$

$$z = 438,8$$

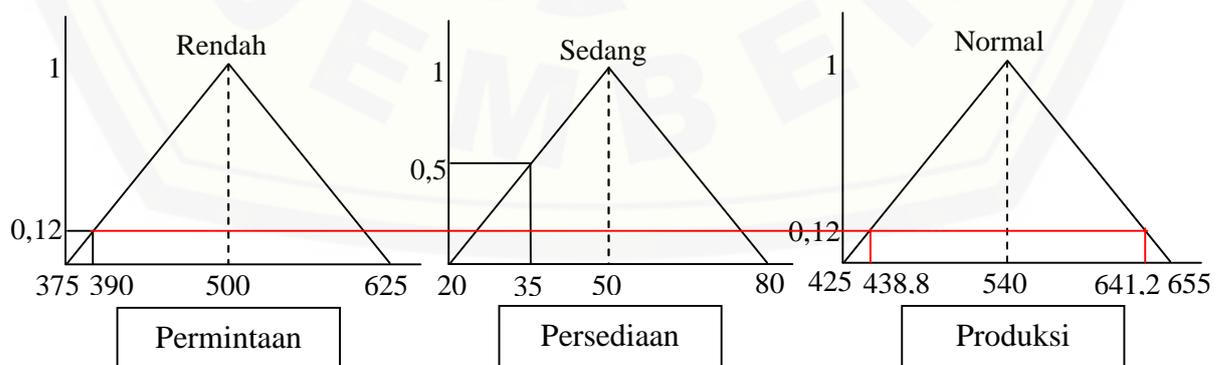
atau

$$\mu_{ProdNORMAL}(z) = \frac{655 - z}{115}, \quad 540 < z \leq 655$$

$$0,12 = \frac{655 - z}{115}$$

$$z = 641,2$$

$$\mu_{ProdNORMAL}(z) = \begin{cases} 0, & z < 425 \\ \frac{z - 425}{115}, & 425 \leq z \leq 438,8 \\ 0,12, & 438,8 < z \leq 641,2 \\ \frac{655 - z}{115}, & 641,2 < z \leq 655 \end{cases}$$



Gambar 4.7 Aturan fuzzy Mamdani [R5]

[R6] Jika Permintaan Sedang dan Persediaan Banyak, maka Produksi Normal

$$\begin{aligned} \Gamma - \text{predikat}_6 &= \sim_{PmtSEDANG} \cup \sim_{PsdBANYAK} \\ &= \min(\sim_{PmtSEDANG}(390), \sim_{PsdBANYAK}(35)) \\ &= \min(0,12;0) \\ &= 0 \end{aligned}$$

Tidak ada daerah *output fuzzy*

[R7] Jika Permintaan Tinggi dan Persediaan Sedikit, maka Produksi Bertambah

$$\begin{aligned} \Gamma - \text{predikat}_7 &= \sim_{PmtTINGGI} \cup \sim_{PsdSEDIKIT} \\ &= \min(\sim_{PmtTINGGI}(390), \sim_{PsdSEDIKIT}(35)) \\ &= \min(0;0) \\ &= 0 \end{aligned}$$

Tidak ada daerah *output fuzzy*

[R8] Jika Permintaan Tinggi dan Persediaan Sedang, maka Produksi Bertambah

$$\begin{aligned} \Gamma - \text{predikat}_8 &= \sim_{PmtTINGGI} \cup \sim_{PsdSEDANG} \\ &= \min(\sim_{PmtTINGGI}(390), \sim_{PsdSEDANG}(35)) \\ &= \min(0;0,5) \\ &= 0 \end{aligned}$$

Tidak ada daerah *output fuzzy*

[R9] Jika Permintaan Tinggi dan Persediaan Banyak, maka Produksi Bertambah

$$\begin{aligned} \Gamma - \text{predikat}_9 &= \sim_{PmtTINGGI} \cup \sim_{PsdBANYAK} \\ &= \min(\sim_{PmtTINGGI}(390), \sim_{PsdBANYAK}(35)) \\ &= \min(0;0) \\ &= 0 \end{aligned}$$

Tidak ada daerah *output fuzzy*

Metode komposisi yang digunakan adalah metode *Max (maximum)* seperti pada gambar 2.8, sehingga dihasilkan gabungan dari *output* berupa Gambar 4.8.

Karena hanya pada [R2] dan [R5] yang mempunyai daerah *output*, titik potong daerah *output* terjadi pada saat $\mu_{\text{ProdBERKURANG}}(z) = 0,12$ yaitu:

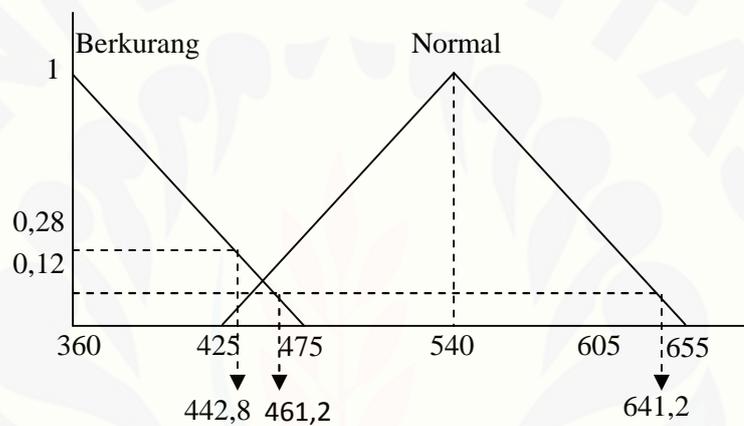
$$0,12 = \mu_{\text{ProdBERKURANG}}(z)$$

$$0,12 = \frac{475-z}{115}$$

$$z = 461,2$$

Sehingga:

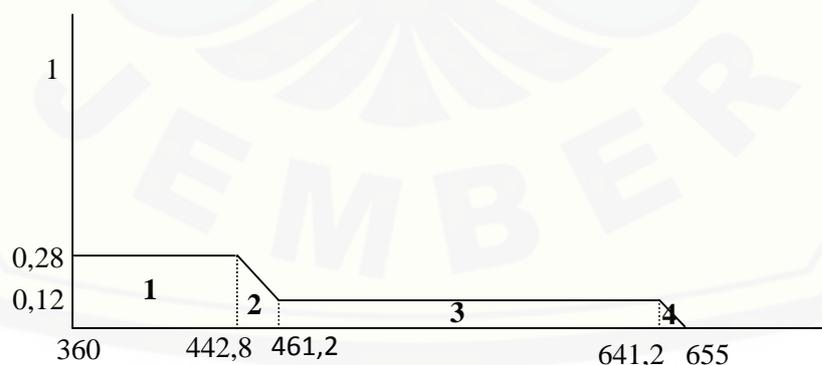
$$\mu_{\text{Prod}}(z) = \begin{cases} 0,28, & 360 \leq z \leq 442,8 \\ \frac{475-z}{115}, & 442,8 < z \leq 461,2 \\ 0,12, & 461,2 < z \leq 641,2 \\ \frac{655-z}{115}, & 641,2 < z \leq 655 \end{cases}$$



Gambar 4.8 Gabungan *output* daerah *fuzzy* Mamdani

d. Defuzzifikasi

Tahap berikutnya yaitu defuzzifikasi yang merupakan langkah terakhir dari proses logika *fuzzy* Mamdani



Gambar 4.9 Solusi daerah *fuzzy* Mamdani

Metode defuzzifikasi yang akan digunakan adalah metode *Centroid* dengan domain kontinu, dari persamaan (2.10) didapatkan:

$$Z = \frac{\int_1^4 z\mu(z)dz}{\int_1^4 \mu(z)dz} = \frac{M1 + M2 + M3 + M4}{A1 + A2 + A3 + A4}$$

Menghitung Momen

$$M1 = \int_{360}^{442,8} (0,28) z dz = 0,14z^2 \Big|_{360}^{442,8} = 9.306,06$$

$$\begin{aligned} M2 &= \int_{442,8}^{461,2} \left(\frac{475 - z}{115} \right) z dz = \int_{442,8}^{461,2} \left(\frac{475z}{115} - \frac{z^2}{115} \right) dz \\ &= \left(\frac{475z^2}{230} - \frac{z^3}{345} \right) \Big|_{442,8}^{461,2} \\ &= 1.638,88 \end{aligned}$$

$$M3 = \int_{461,2}^{641,2} (0,12) z dz = 0,06z^2 \Big|_{461,2}^{641,2} = 11.905,92$$

$$\begin{aligned} M4 &= \int_{641,2}^{655} \left(\frac{655 - z}{115} \right) z dz = \int_{641,2}^{655} \left(\frac{655z}{115} - \frac{z^2}{115} \right) dz \\ &= \left(\frac{655z^2}{230} - \frac{z^3}{345} \right) \Big|_{641,2}^{655} \\ &= 534,72 \end{aligned}$$

Menghitung Luas

$$A1 = (442,8 - 360) \times 0,28 = 23,184$$

$$A2 = (1/2) \times (0,28 + 0,12) \times (461,2 - 442,8) = 3,68$$

$$A3 = (641,2 - 461,2) \times 0,12 = 21,6$$

$$A4 = (1/2) \times (655 - 641,2) \times 0,12 = 0,828$$

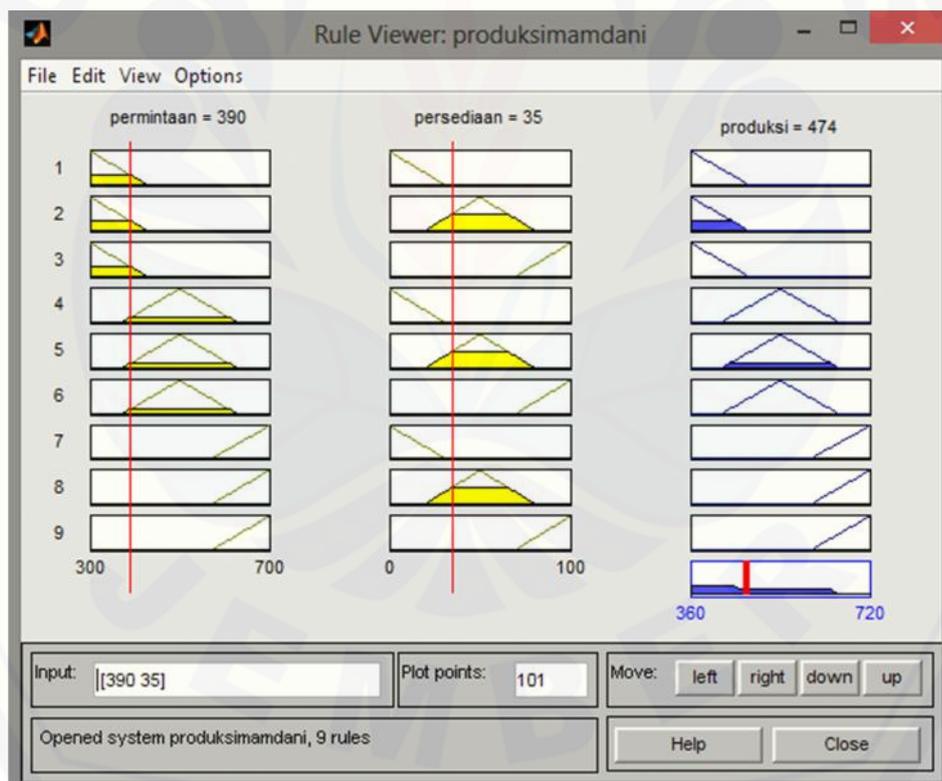
Menghitung titik pusat

$$Z = \frac{M1 + M2 + M3 + M4}{A1 + A2 + A3 + A4}$$

$$= \frac{9.306,06 + 1.638,88 + 11.905,92 + 534,72}{23,184 + 3,68 + 21,6 + 0,828}$$

$$= \frac{23.3385,58}{49,292} = 474,43 \approx 474$$

Selanjutnya penentuan jumlah produksi dengan metode Mamdani untuk permintaan dan persediaan dalam periode bulan pada Januari 2013 sampai Januari 2015 digunakan *Rule Viewer Fuzzy Mamdani* yang sudah terbentuk, hasil disajikan dalam Tabel 4.3.



Gambar 4.10 Rule viewer fuzzy Mamdani

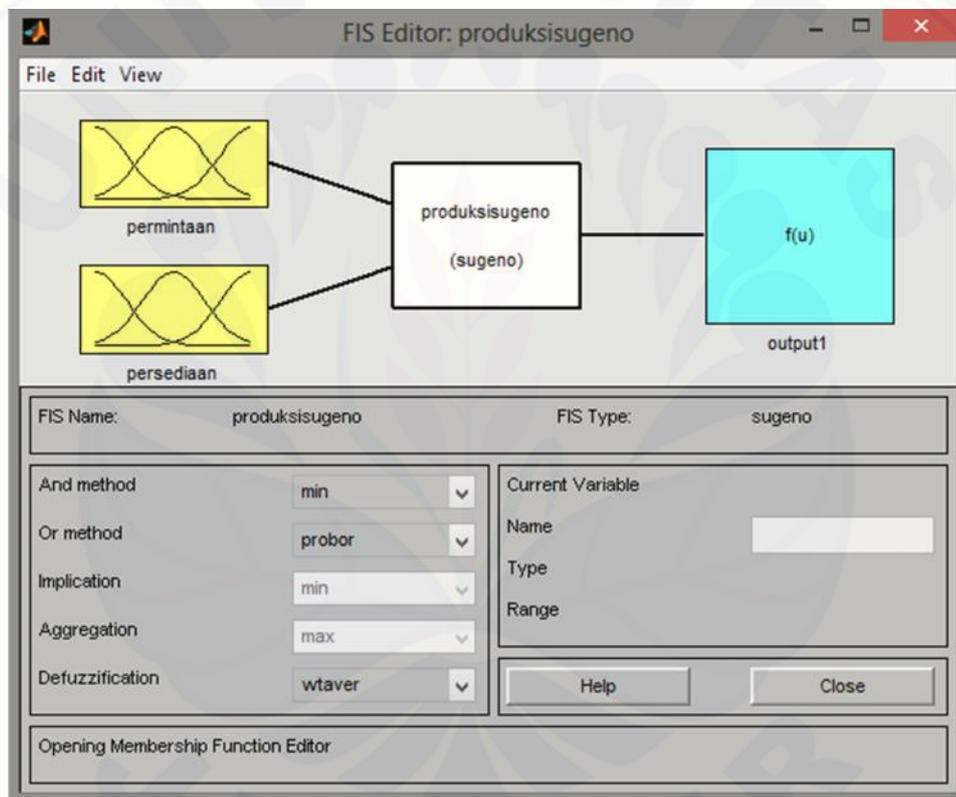
Tabel 4.3 Hasil produksi metode Mamdani

Bulan	Permintaan (kwintal)	Persediaan (kwintal)	Produksi (kwintal)	
			Pabrik	Mamdani
Januari (2013)	525	66	530	540
Februari (2013)	336	27	400	410
Maret (2013)	525	7	550	540
April (2013)	578	47	540	543
Mei (2013)	570	71	530	540
Juni (2013)	523	52	530	540
Juli (2013)	655	0	680	679
Agustus (2013)	700	45	680	682
September (2013)	575	17	580	540
Oktober (2013)	405	20	470	511
November (2013)	535	38	538	540
Desember (2013)	378	26	400	437
Januari (2014)	500	76	520	540
Februari (2014)	300	30	360	408
Maret (2014)	550	0	600	540
April (2014)	600	50	570	579
Mei (2014)	576	75	540	542
Juni(2014)	527	55	550	540
Juli (2014)	680	46	680	682
Agustus (2014)	700	66	670	675
September (2014)	630	76	650	669
Oktober (2014)	625	0	670	674
November (2014)	378	27	400	433
Desember (2014)	402	28	470	505
Januari (2015)	390	35	420	474

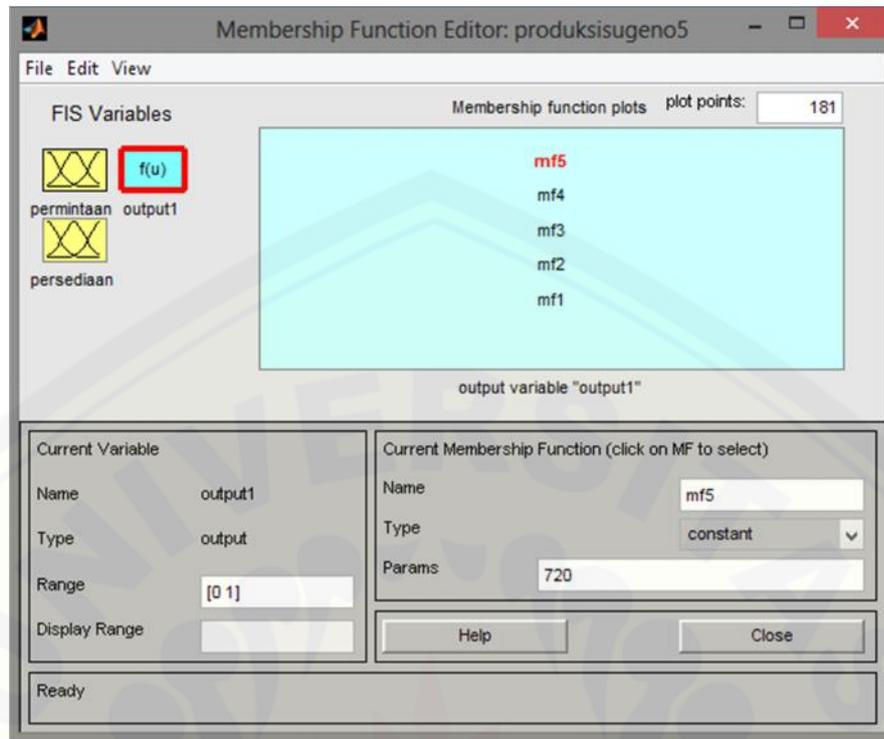
4.2 Penyelesaian Menggunakan Metode Sugeno

a. Fuzzifikasi

Tahap fuzzifikasi pada metode Sugeno sama dengan tahap fuzzifikasi Mamdani hanya saja variabel *ouput* berupa konstanta dan persamaan linier. Himpunan *fuzzy* dari masing-masing variabel *input* disajikan pada Tabel 4.1 dan 4.2. Penentuan fungsi dan derajat keanggotaan dari masing-masing variable *input* dalam metode Sugeno hasilnya sama dengan metode Mamdani bisa dilihat pada persamaan 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, dan 4.6.



Gambar 4.11 Sistem *inferensi fuzzy* (FIS) editor Sugeno



Gambar 4.12 Fungsi keanggotaan variabel produksi Sugeno

Dimana: $mf1 = \text{Permintaan}$

$$mf2 = \text{Permintaan} - \text{Persediaan} + 50$$

$$mf3 = \text{Permintaan} - \text{Persediaan} + 75$$

$$mf4 = 360$$

$$mf5 = 720$$

b. Menentukan Aturan Dasar *Fuzzy*

Berdasarkan bentuk umum aturan dasar *fuzzy* Sugeno orde 0 dan orde 1 seperti pada pernyataan (2.12) dan (2.13) dan jumlah himpunan *fuzzy* dari masing-masing variabel *input*, terdapat sembilan kombinasi aturan yang mungkin terjadi. Adapun aturan-aturan tersebut yaitu:

[R1] Jika Permintaan Rendah dan Persediaan Sedikit, maka Produksi = 360

[R2] Jika Permintaan Rendah dan Persediaan Sedang, maka Produksi = 360

[R3] Jika Permintaan Rendah dan Persediaan Banyak, maka Produksi = 360

[R4] Jika Permintaan Sedang dan Persediaan Sedikit, maka

$$\text{Produksi} = \text{Permintaan} - \text{Persediaan} + 75$$

[R5] Jika Permintaan Sedang dan Persediaan Sedang, maka

$$\text{Produksi} = \text{Permintaan} - \text{Persediaan} + 50$$

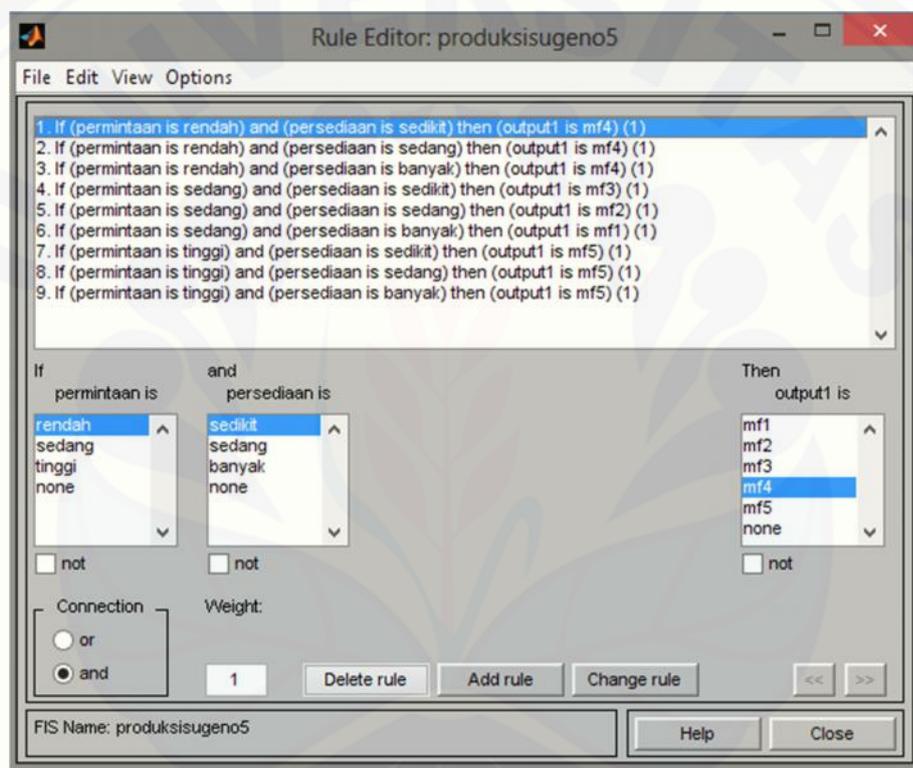
[R6] Jika Permintaan Sedang dan Persediaan Banyak, maka

$$\text{Produksi} = \text{Permintaan}$$

[R7] Jika Permintaan Tinggi dan Persediaan Sedikit, maka $\text{Produksi} = 720$

[R8] Jika Permintaan Tinggi dan Persediaan Sedang, maka $\text{Produksi} = 720$

[R9] Jika Permintaan Tinggi dan Persediaan Banyak, maka $\text{Produksi} = 720$



Gambar 4.13 Rule editor aturan fuzzy Sugeno

e. Komposisi Aturan

Sama halnya dengan metode Mamdani pada metode Sugeno setelah memperoleh derajat keanggotaan μ dan aturan dasar fuzzy dari masing-masing variabel yang terkait, langkah selanjutnya yaitu komposisi aturan dasar fuzzy. Operator fuzzy yang digunakan adalah AND dan α -predikat ditentukan dengan memilih nilai minimal dari derajat keanggotaan untuk masing-masing variabel input seperti pada persamaan (2.7) sehingga dihasilkan:

[R1] Jika Permintaan Rendah dan Persediaan Sedikit, maka Produksi = 360

$$\begin{aligned} r - \text{predikat}_1 &= \sim_{PmtRENDAH} \cup \sim_{PsdSEDIKIT} \\ &= \min(\sim_{PmtRENDAH}(390), \sim_{PsdSEDIKIT}(35)) \\ &= \min(0,28;0) \\ &= 0 \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan nilai $z_1 = 360$

[R2] Jika Permintaan Rendah dan Persediaan Sedang, maka Produksi = 360

$$\begin{aligned} r - \text{predikat}_2 &= \sim_{PmtRENDAH} \cup \sim_{PsdSEDANG} \\ &= \min(\sim_{PmtRENDAH}(390), \sim_{PsdSEDANG}(35)) \\ &= \min(0,28;0,5) \\ &= 0,28 \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan nilai $z_2 = 360$

[R3] Jika Permintaan Rendah dan Persediaan Banyak, maka Produksi = 360

$$\begin{aligned} r - \text{predikat}_3 &= \sim_{PmtRENDAH} \cup \sim_{PsdBANYAK} \\ &= \min(\sim_{PmtRENDAH}(390), \sim_{PsdBANYAK}(35)) \\ &= \min(0,28;0) \\ &= 0 \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan nilai $z_3 = 360$

[R4] Jika Permintaan Sedang dan Persediaan Sedikit, maka

$$\text{Produksi} = \text{Permintaan} - \text{Persediaan} + 75$$

$$\begin{aligned} r - \text{predikat}_4 &= \sim_{PmtSEDANG} \cup \sim_{PsdSEDIKIT} \\ &= \min(\sim_{PmtSEDANG}(390), \sim_{PsdSEDIKIT}(35)) \\ &= \min(0,12;0) \\ &= 0 \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan nilai $z_4 = 390 - 35 + 75 = 430$

[R5] Jika Permintaan Sedang dan Persediaan Sedang, maka

$$\text{Produksi} = \text{Permintaan} - \text{Persediaan} + 50$$

$$\begin{aligned}
 r - \text{predikat}_5 &= \sim_{P_{mt}SEDANG} \cup \sim_{P_{sd}SEDANG} \\
 &= \min(\sim_{P_{mt}SEDANG}(390), \sim_{P_{sd}SEDANG}(35)) \\
 &= \min(0,12;0,5) \\
 &= 0,12
 \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan nilai $z_5 = 390 - 35 + 50 = 405$

[R6] Jika Permintaan Sedang dan Persediaan Banyak, maka

Produksi = Permintaan

$$\begin{aligned}
 r - \text{predikat}_6 &= \sim_{P_{mt}SEDANG} \cup \sim_{P_{sd}BANYAK} \\
 &= \min(\sim_{P_{mt}SEDANG}(390), \sim_{P_{sd}BANYAK}(35)) \\
 &= \min(0,12;0) \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan nilai $z_6 = 390$

[R7] Jika Permintaan Tinggi dan Persediaan Sedikit, maka Produksi = 720

Sehingga didapatkan nilai $z_7 = 430$

$$\begin{aligned}
 r - \text{predikat}_7 &= \sim_{P_{mt}TINGGI} \cup \sim_{P_{sd}SEDIKIT} \\
 &= \min(\sim_{P_{mt}TINGGI}(390), \sim_{P_{sd}SEDIKIT}(35)) \\
 &= \min(0;0) \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan nilai $z_7 = 720$

[R8] Jika Permintaan Tinggi dan Persediaan Sedang, maka Produksi = 720

$$\begin{aligned}
 r - \text{predikat}_8 &= \sim_{P_{mt}TINGGI} \cup \sim_{P_{sd}SEDANG} \\
 &= \min(\sim_{P_{mt}TINGGI}(390), \sim_{P_{sd}SEDANG}(35)) \\
 &= \min(0;0,5) \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan nilai $z_8 = 720$

[R9] Jika Permintaan Tinggi dan Persediaan Banyak, maka Produksi = 720

$$\begin{aligned} \Gamma - \text{predikat}_9 &= \sim_{PmtTINGGI} \cup \sim_{PsdBANYAK} \\ &= \min(\sim_{PmtTINGGI}(390), \sim_{PsdBANYAK}(35)) \\ &= \min(0;0) \\ &= 0 \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan nilai $z_9 = 720$

Komposisi aturan pada metode Sugeno juga menggunakan metode *Max* (*maximum*) berupa gabungan dari setiap aturan.

f. Defuzzifikasi

Tahap terakhir adalah defuzzifikasi, pada metode Sugeno metode defuzzifikasi yang akan digunakan adalah rata-rata terbobot, berdasarkan persamaan (2.14) dan terdapat sembilan aturan, maka diperoleh persamaan:

$$Z = \frac{\sum_{j=1}^9 z_j \cdot \mu(z_j)}{\sum_{j=1}^9 \mu(z_j)}$$

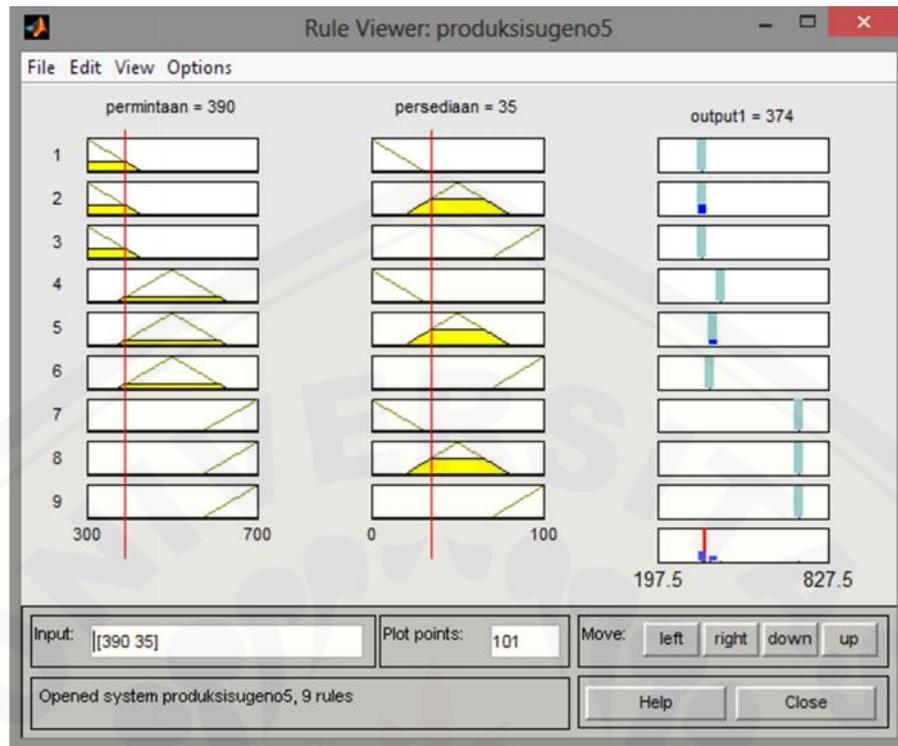
Karena hanya pada [R2] dan [R5] yang yang tidak menghasilkan $\mu = 0$ maka diperoleh nilai Z sebagai berikut, dan hasil program pada Gambar 4.7:

$$Z = \frac{(360 \times 0,28) + (405 \times 0,12)}{0,28 + 0,12}$$

$$Z = \frac{100,8 + 48,6}{0,4}$$

$$Z = \frac{149,4}{0,4}$$

$$Z = 373,5 \approx 374$$



Gambar 4.14 Rule viewer fuzzy Sugeno

Selanjutnya penentuan jumlah produksi dengan metode Sugeno untuk permintaan dan persediaan dalam periode bulan pada Januari 2013 samapai Januari 2015 digunakan *Rule Viewer Fuzzy Sugeno* yang sudah terbentuk, hasil disajikan dalam Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil produksi metode Sugeno

Bulan	Permintaan (kwintal)	Persediaan (kwintal)	Produksi (kwintal)	
			Pabrik	Sugeno
Januari (2013)	525	66	530	509
Februari (2013)	336	27	400	360
Maret (2013)	525	7	550	593
April (2013)	578	47	540	589
Mei (2013)	570	71	530	551
Juni (2013)	523	52	530	521
Juli (2013)	655	0	680	720

Agustus (2013)	700	45	680	720
September (2013)	575	17	580	633
Oktober (2013)	405	20	470	420
November (2013)	535	38	538	547
Desember (2013)	378	26	400	367
Januari (2014)	500	76	520	490
Februari (2014)	300	30	360	360
Maret (2014)	550	0	600	625
April (2014)	600	50	570	660
Mei (2014)	576	75	540	571
Juni (2014)	527	55	550	522
Juli (2014)	680	46	680	720
Agustus (2014)	700	66	670	720
September (2014)	630	76	650	720
Oktober (2014)	625	0	670	720
November (2014)	378	27	400	367
Desember (2014)	402	28	470	397
Januari (2015)	390	35	420	374

4.3 Menghitung MAPE

Setelah didapatkan jumlah produksi dalam periode bulan dengan menggunakan metode *fuzzy* Mamdani dan metode *fuzzy* Sugeno. Kemudian dicari *The Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dari masing-masing metode, berdasarkan Tabel 4.3, Tabel 4.4 dan persamaan (2.15) nilai MAPE untuk metode Mamdani dan Sugeno sebagai berikut.

Tabel 4.5 Perhitungan $|Y_{mt} - \hat{Y}_{mt}|$ metode Mamdani

Bulan (n)	Produk _s ⁿ Pabrik (y_t)	Produk _s ^c Mamdani (\hat{y}_{mt})	$ y_t - \hat{y}_{mt} $
Januari (2013)	530	540	10
Februari (2013)	400	410	10
Maret (2013)	550	540	10
April (2013)	540	543	3
Mei (2013)	530	540	10
Juni (2013)	530	540	10
Juli (2013)	680	679	1
Agustus (2013)	680	682	2
September (2013)	580	540	40
Oktober (2013)	470	511	41
November (2013)	538	540	2
Desember (2013)	400	437	3
Januari (2014)	520	540	20
Februari (2014)	360	408	48
Maret (2014)	600	540	60
April (2014)	570	579	9
Mei (2014)	540	542	2
Juni (2014)	550	540	10
Juli (2014)	680	682	2
Agustus (2014)	670	675	5
September (2014)	650	669	19
Oktober (2014)	670	674	4
November (2014)	400	433	33
Desember (2014)	470	505	35
Januari (2015)	420	474	54

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t}$$

$$MAPE_{Mamdani} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y_{mt} - \hat{Y}_{mt}|}{Y_{mt}}$$

$$MAPE_{Mamdani} = \frac{1}{25} 0,950165058$$

$$MAPE_{Mamdani} = 0,038$$

$$MAPE_{Mamdani} = 3,8 \%$$

Tabel 4.6 Perhitungan $|Y_{st} - \hat{Y}_{st}|$ metode Sugeno

Bulan (n)	Produk ^{cs} _i Pabrik (Y_{st})	Produk ^{cs} _i Sugeno (\hat{Y}_{st})	$ Y_{st} - \hat{Y}_{st} $
Januari (2013)	530	509	21
Februari (2013)	400	360	40
Maret (2013)	550	593	43
April (2013)	540	589	49
Mei (2013)	530	551	21
Juni (2013)	530	521	9
Juli (2013)	680	720	40
Agustus (2013)	680	720	40
September (2013)	580	633	53
Oktober (2013)	470	420	50
November (2013)	538	547	9
Desember (2013)	400	367	33
Januari (2014)	520	490	30
Februari (2014)	360	360	0
Maret (2014)	600	625	25
April (2014)	570	660	90
Mei (2014)	540	571	31

Juni (2014)	550	522	28
Juli (2014)	680	720	40
Agustus (2014)	670	720	50
September (2014)	650	720	70
Oktober (2014)	670	720	50
November (2014)	400	367	33
Desember (2014)	470	397	73
Januari (2015)	420	374	46

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t}$$

$$MAPE_{Sugeno} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y_{st} - \hat{Y}_{st}|}{Y_{st}}$$

$$MAPE_{Sugeno} = \frac{1}{25} 1,817695976$$

$$MAPE_{Sugeno} = 0,073$$

$$MAPE_{Sugeno} = 7,3 \%$$

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Untuk menentukan jumlah produksi pada UD. Sopo Nyono dapat dilakukan dengan menggunakan logika *fuzzy* metode Mamdani dan metode Sugeno dengan menentukan aturan-aturan *fuzzy* terlebih dahulu berdasarkan *input* permintaan dan persediaan.
- b. Dari perbandingan hasil jumlah produksi menggunakan *fuzzy* metode Mamdani dan metode Sugeno pada UD. Sopo Nyono, penggunaan logika *fuzzy* metode Mamdani lebih baik dari metode Sugeno karena memiliki nilai *The Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang lebih kecil. Nilai MAPE metode Mamdani sebesar 3,8 % sedangkan metode Sugeno sebesar 7,3 %.

5.2 Saran

Pada tugas akhir ini terkait penggunaan logika *fuzzy* metode Mamdani dan metode Sugeno dalam penentuan jumlah produksi pada UD. Sopo Nyono, digunakan 2 variabel *input* yaitu permintaan dan persediaan, serta 1 variabel *output* yaitu jumlah produksi. Untuk penelitian selanjutnya bisa dikembangkan dengan menambahkan variabel *input* maupun variabel *output* untuk memecahkan permasalahan lain yang lebih kompleks.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, G. 2011. “*Penerapan Metode Tsukamoto (Logika Fuzzy) dalam Sistem Pendukung Keputusan untuk Menentukan Jumlah Produksi Barang Berdasarkan Data Persediaan dan Jumlah Permintaan.*” Tidak Diterbitkan. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Ahyari, Agus. 1986. *Management Produksi: Perencanaan Sistem Produksi.* Yogyakarta: UGM
- Assauri, Sofyan. 1984. *Teknik dan Metode Peramalan.* Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Kusumadewi, S. 2002. *Analisis & Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Toolbox Matlab.* Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kusumadewi, S. & Hartati, S. 2006. *Neuro – Fuzzy: Integrasi Sistem Fuzzy & Jaringan Syaraf.* Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Naba, A. 2009. *Belajar Cepat Fuzzy Logic menggunakan Matlab.* Yogyakarta: Andi Offset.
- Nasution, A. H. 2008. *Perencanaan & Pengendalian Produksi.* Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Pattian, H. P. 2009. “*Estimasi Model Regresi Linear Ganda untuk Variabel Random Fuzzy dengan Metode Kuadrat Terkecil (Least Squares Method).* Tidak Diterbitkan.” Thesis. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Samosir, R., Iryanto, dan Siregar, R. 2013. *Perbandingan Produksi Kopi Optimum antara Metode Fuzzy Mamdani dengan Fuzzy Sugeno pada PT XYZ.* Jurnal Sainia Matematika. Vol. 1 (6): 517-527.
- Sari, L. N. 2013. “*Penerapan Logika Fuzzy Mamdani dan Manual Kapasitas Jalan Indonesia pada Pengaturan Lampu Lalu Lintas.*” Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: Universitas Jember.

LAMPIRAN

Data Permintaan, Persediaan, dan Jumlah Produksi yang diambil dari UD.

Sopo Nyono

Bulan	Permintaan (kwintal)	Persediaan (kwintal)	Produksi (kwintal)
Januari (2013)	525	66	530
Februari (2013)	336	27	400
Maret (2013)	525	7	550
April (2013)	578	47	540
Mei (2013)	570	71	530
Juni (2013)	523	52	530
Juli (2013)	655	0	680
Agustus (2013)	700	45	680
September (2013)	575	17	580
Oktober (2013)	405	20	470
November (2013)	535	38	538
Desember (2013)	378	26	400
Januari (2014)	500	76	520
Februari (2014)	300	30	360
Maret (2014)	550	0	600
April (2014)	600	50	570
Mei (2014)	576	75	540
Juni (2014)	527	55	550
Juli (2014)	680	46	680
Agustus (2014)	700	66	670
September (2014)	630	76	650
Oktober (2014)	625	0	670
November (2014)	378	27	400

Desember (2014)	402	28	470
Januari (2015)	390	35	420

Sumber Data: UD. Sopo Nyono Jember

