BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Inflasi merupakan salah satu indikator untuk melihat kondisi/ stabilitas moneter dan perekonomian pada suatu Negara di dunia. Menurut Rahardja (1997), inflasi adalah kecenderungan dari harga-harga untuk meningkat secara umum dan terus-menerus, kenaikan harga dari satu atau dua barang saja tidak dapat disebut inflasi, kecuali jika kenaikan tersebut meluas kepada kenaikan sebagian besar harga barang-barang lain. Angka inflasi menunjukkan besarnya persentase tingkat kenaikan harga sejumlah barang dan jasa yang secara umum dikonsumsi masyarakat dan dihitung berdasarkan Indeks Harga Konsumen (IHK) atau *Consumer Price Index* (CPI).

Indeks Harga Konsumen (IHK) merupakan indeks dari harga yang dibayar oleh konsumen atau masyarakat untuk mendapatkan barang dan jasa (komoditas) beberapa kelompok komoditi tertentu. Indeks Harga Konsumen (IHK) terdiri dari tujuh kelompok komoditi, yaitu indeks harga bahan makanan; indeks harga makanan jadi, minuman, rokok, dan tembakau; indeks harga perumahan, air, listrik, gas, dan bahan bakar; indeks harga sandang; indeks harga kesehatan; indeks harga pendidikan, rekreasi, dan olahraga; dan indeks harga transpor, komunikasi dan jasa keuangan.

Kadiman (2005) menjelaskan bahwa pembangunan yang berkelanjutan selain ditandai oleh pertumbuhan ekonomi yang cukup tinggi juga ditandai oleh terpeliharanya stabilitas ekonomi. Indikator pokok dari stabilitas ekonomi adalah laju inflasi yang diukur oleh perkembangan Indeks Harga Konsumen (IHK). Oleh karena itu, penting sekali untuk dapat memprediksi besarnya laju inflasi berdasarkan Indeks Harga Konsumen pada tujuh kelompok komoditi tersebut.

Permasalahan memprediksi besarnya laju inflasi ini mengandung ketidakpastian, logika *fuzzy* merupakan salah satu cara untuk melakukan analisis sistem yang mengandung ketidakpastian. Dengan menggunakan logika *fuzzy*, laju inflasi dapat lebih mudah dimengerti dan lebih dekat dengan intuisi manusia. Laju inflasi yang biasanya dinyatakan dengan suatu bilangan akan lebih dimengerti oleh manusia, jika laju inflasi tersebut dinyatakan dengan *lingustic variable*, misalnya laju inflasi tersebut tinggi atau laju inflasi tersebut rendah.

Menurut Naba (2009), logika *fuzzy* merupakan sebuah logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran (*fuzzyness)* antara benar dan salah secara bersamaan. Namun berapa besar kebenaran dan kesalahan suatu nilai tergantung kepada bobot keanggotaan yang dimilikinya.

Logika *fuzzy* merupakan pengembangan dari logika klasik, dimana nilai kebenarannya berada pada interval [0,1]. Logika ini diperkenalkan pertama kali pada tahun 1965 oleh Lotfi A. Zadeh yang merupakan seorang professor dari University of California di Berkley melalui makalahnya yang berjudul " *Fuzzy Sets*".

Dalam logika *fuzzy*, pengambilan keputusan dilakukan dengan menggunakan sistem inferensi. Sistem inferensi *fuzzy* merupakan suatu proses memetakan ruang masukan yang diberikan kedalam ruang keluaran menggunakan logika *fuzzy*. Dari proses pemetaan ini dapat dilihat dasar dari keputusan yang dibuat atau dapat dilihat pola yang ada. Proses dalam sistem inferensi *fuzzy* terbagi menjadi fuzzifikasi, pembentukan aturan dasar *fuzzy* (*fuzzy rule base*), sistem inferensi/ penalaran *fuzzy*, dan defuzzifikasi.

Sistem inferensi *fuzzy* telah berhasil diaplikasikan dalam berbagai bidang, seperti kontrol otomatis, klasifikasi data, analisis keputusan, peramalan data dan sistem pakar (Setiadji, 2009). Terdapat beberapa metode dalam sistem inferensi *fuzzy* yang dapat digunakan untuk memprediksi besarnya laju inflasi, diantaranya adalah metode Mamdani dan metode Sugeno.

Metode Mamdani pertama kali diusulkan di tahun 1975 oleh Ebrahim Mamdani yang membangun sistem kontrol mesin uap dan boiler, Mamdani menggunakan sekumpulan IF-THEN *rule* yang diperoleh dari pakar yang berpengalaman. Pembuatan metode ini berdasarkan karya ilmiah dari Lotfi A. Zadeh pada tahun 1973 tentang algoritma *fuzzy* untuk sistem yang kompleks dan digunakan dalam proses pengambilan keputusan.

Metode Mamdani pernah diaplikasikan dalam memprediksi penyakit tanaman cabe merah. Pada penelitian tersebut, nilai defuzzifikasi bergerak secara halus. Dengan memasukkan variabel input berupa tingkat kerusakan dan berat serangan, dapat diprediksi seberapa parah penyakit tanaman cabe merah tersebut (Kaswidjanti, 2011).

Sedangkan, Metode Sugeno pertama kali dikenalkan pada tahun 1985 oleh Takagi- Sugeno Kang. Sistem inferensi *fuzzy* menggunakan metode Sugeno memiliki karakteristik yaitu konsekuen aturan *fuzzy* tidak berupa himpunan *fuzzy*, melainkan berupa konstanta atau suatu persamaan linier dengan variabel-variabel sesuai dengan variabel-variabel inputnya.

Persamaan linier yang digunakan untuk konsekuen aturan *fuzzy* sistem inferensi metode Sugeno pada penelitian ini diperoleh dengan menggunakan pendekatan regresi linier berganda dan pendekatan rata-rata aritmatika. Persamaan regresi merupakan persamaan matematik yang memungkinkan kita untuk memprediksi nilai-nilai suatu variabel respon dari nilai-nilai satu atau lebih variabel prediktor (Walpole, 1992). Pada penelitian ini, laju inflasi umum *month to month* (m-t-m) sebagai variabel respon, sedangkan variabel prediktornya terdiri dari laju inflasi pada tujuh kelompok komoditi (barang dan jasa).

Metode Sugeno pernah diaplikasikan dalam memprediksi ketersediaan beras di masyarakat. Pada penelitian tersebut digunakan variabel input berupa pasokan beras, volume perdagangan dan konsumsi beras. Dari ketiga variabel input tersebut, diperoleh variabel output berupa banyaknya ketersediaan beras di masyarakat (Fuad, 2011).

Dalam penelitian ini, akan diteliti tentang prediksi besarnya laju inflasi. Oleh karena itu, peneliti akan membandingkan perhitungan prediksi besarnya laju inflasi umum *month to month* Indonesia berdasarkan laju inflasi pada tujuh kelompok komoditi menggunakan dua metode inferensi *fuzzy* yang berbeda, yaitu metode Mamdani dan metode Sugeno. Kemudian, melalui perbandingan nilai ukuran ketepatan prediksi akan diketahui metode inferensi *fuzzy* manakah yang lebih baik dalam memprediksi besarnya laju inflasi.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang dapat dirumuskan permasalahan:

1. Bagaimana hasil inferensi *fuzzy* dengan menggunakan metode Mamdani untuk memprediksi laju inflasi?

2. Bagaimana hasil inferensi *fuzzy* dengan menggunakan metode Sugeno untuk memprediksi laju inflasi ?
3. Bagaimana perbandingan akurasi antara metode Mamdani dan metode Sugeno dalam memprediksi laju inflasi ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui hasil inferensi *fuzzy* dengan menggunakan metode Mamdani dalam memprediksi laju inflasi.
2. Mengetahui hasil inferensi *fuzzy* dengan menggunakan metode Sugeno dalam memprediksi laju inflasi.
3. Membandingkan metode inferensi *fuzzy* yang lebih baik antara metode Mamdani dan metode Sugeno dalam memprediksi laju inflasi.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi tentang sistem inferensi *fuzzy* metode Mamdani dan metode Sugeno, serta dapat diketahui metode mana yang lebih baik diantara keduanya dalam memprediksi laju inflasi.

1.5 Batasan Masalah

Batasan Masalah dari penelitian ini adalah:

1. Metode inferensi *fuzzy* yang digunakan adalah metode Mamdani dan metode Sugeno.
2. Metode *defuzzy* yang digunakan pada sistem inferensi *fuzzy* metode Mamdani adalah metode *Centroid* (*Composite Moment*).
3. Sistem inferensi *fuzzy* metode Sugeno yang digunakan adalah model *fuzzy* Sugeno Orde Satu, dengan konsekuen berupa persamaan linier (diperoleh melalui pendekatan dengan menggunakan persamaan dari regresi linier berganda dan rata-rata aritmatika).
4. Data yang digunakan adalah data inflasi *month to month* Indonesia menurut tujuh kelompok komoditi (barang dan jasa) tahun 2008-2012.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Logika *Fuzzy*

Sebelum munculnya teori logika *fuzzy* (*fuzzy logic*), dikenal sebuah logika tegas (*crisp logic*) yang memiliki nilai benar dan salah secara tegas. Sebaliknya logika *fuzzy* adalah suatu logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran (*fuzzyness*) antara benar dan salah secara bersamaan. Namun seberapa besar kebenaran dan kesalahan suatu nilai tergantung pada nilai keanggotaan yang dimilikinya. Secara umum, logika *fuzzy* adalah sebuah metodologi berhitung dengan *linguistic variable* sebagai pengganti berhitung dengan bilangan. Kata-kata yang digunakan dalam logika *fuzzy* memang tidak sepresisi bilangan, namun kata-kata ini lebih dekat dengan intuisi manusia (Naba, 2009).

Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2004), logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output. Sebagai contoh :

1. Manajer pergudangan mengatakan pada manajer produksi seberapa banyak persediaan barang pada akhir minggu ini (input), kemudian manajer produksi akan menetapkan jumlah barang yang harus diproduksi esok hari (output).
2. Pelayan restoran memberikan pelayanan terhadap tamu (input), kemudian tamu akan memberikan tip yang sesuai atas baik tidaknya pelayanan yang diberikan (output).
3. Penumpang taksi berkata pada sopir taksi seberapa cepat laju kendaraan yang diinginkan (input), sopir taksi akan mengatur kuatnya pijakan gas taksinya (output).

Gambar 2.1 Skema logika *fuzzy*

Gambar 2.1 memberikan ilustrasi pemetaan hubungan input-output. Di antara input dan output terdapat sebuah sistem yang akan melakukan tugas pemetaan. Selama ini, ada beberapa sistem yang bisa digunakan, seperti sistem *fuzzy*, sistem linear, sistem pakar, jaringan saraf tiruan, persamaan differensial, dan lain-lain.

Menurut Cox (1994), ada beberapa alasan mengapa orang menggunakan logika *fuzzy*, antara lain sebagai berikut :

1. Konsep logika *fuzzy* mudah dimengerti. Karena logika *fuzzy* menggunakan dasar teori himpunan, maka konsep matematis yang mendasari penalaran *fuzzy* tersebut cukup mudah untuk dimengerti.
2. Logika *fuzzy* sangat fleksibel, artinya mampu beradaptasi dengan perubahan-perubahan dan ketidakpastian yang menyertai permasalahan.
3. Logika *fuzzy* memiliki toleransi terhadap data yang tidak tepat. Jika diberikan sekelompok data yang cukup homogen, dan kemudian ada beberapa data yang "ekslusif ", maka logika *fuzzy* memiliki kemampuan untuk menangani data ekslusif tersebut.
4. Logika *fuzzy* mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang kompleks.
5. Logika *fuzzy* dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.
6. Logika *fuzzy* dapat bekerja sama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.
7. Logika *fuzzy* didasarkan pada bahasa alami. Logika *fuzzy* menggunakan bahasa sehari-hari sehingga mudah dimengerti.

Ada beberapa istilah yang perlu diketahui dalam memahami sistem *fuzzy* (Zimmermann, 1991), yaitu:

1. Variabel *fuzzy*
   Variabel *fuzzy* merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*. Contoh : Umur, temperatur, dan permintaan.
2. Himpunan *fuzzy*
   Himpunan *fuzzy* merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*.
   Contoh: Variabel temperatur terbagi menjadi 5 himpunan *fuzzy*, yaitu DINGIN, SEJUK, NORMAL, HANGAT dan PANAS.

3. Semesta Pembicaraan
   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. Adakalanya nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya.
   Contoh : Semesta pembicaraan untuk variabel temperatur [0 40].
4. Domain
   Domain himpunan *fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang diizinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Seperti halnya semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai domain dapat berupa bilangan positif maupun negatif
   Contoh: DINGIN = [0 20], SEJUK = [15 25], NORMAL = [20 30], HANGAT = [25 35] dan PANAS = [30 40].

Logika *fuzzy* dapat diaplikasikan dalam banyak bidang. Beberapa aplikasi *fuzzy*, antara lain: (1) pada tahun 1990 pertama kali dibuat mesin cuci dengan logika *fuzzy* di Jepang (Matsushita Electric Industrial Company), (2) transmisi otomatis pada mobil, (3) ilmu kedokteran dan biologi, seperti penelitian kanker, (4) klasifikasi dan pencocokan pola, (5) ilmu lingkungan, seperti kendali kualitas air, (6) teknik, seperti perancangan jaringan komputer, (7) ekonomi, seperti pemodelan *fuzzy* pada sistem pemasaran yang kompleks (Kusumadewi, 2003).

Logika *fuzzy* juga diaplikasikan untuk memprediksi suatu hal. Penelitian-penelitian yang menggunakan logika *fuzzy* untuk memprediksi adalah sebagai berikut:

1. Penelitian tentang “Sistem Pakar *Fuzzy* untuk Mendiagnosa Penyakit Tanaman Cabe Merah” (Kaswidjanti, 2011).
2. Penelitian tentang “Sistem Pakar Prediksi Penyakit Hati dengan Metode Inferensi *Fuzzy*” (Pujiyanto dan Pujiantoro, 2012).

2.2 Terminologi Pada Himpunan *Fuzzy*

Pada dasarnya, teori himpunan *fuzzy* merupakan perluasan dari teori himpunan klasik (*crisp*).

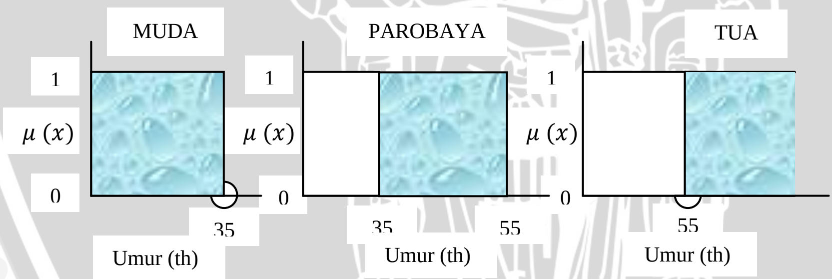
2.2.1 Himpunan Klasik (*Crisp*)

Pada teori himpunan klasik (*crisp*), keberadaan suatu elemen pada suatu himpunan, A, hanya akan memiliki 2 kemungkinan keanggotaan, yaitu menjadi anggota A atau tidak menjadi anggota A (Chak, 1998). Suatu nilai yang menunjukkan seberapa besar tingkat keanggotaan suatu elemen (x) dalam suatu himpunan (A), sering dikenal dengan nama nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan, dinotasikan dengan $\mu_A\ (x)$. Pada himpunan klasik, hanya ada 2 nilai keanggotaan, yaitu $\mu_A\ (x)$ = 1 untuk x menjadi anggota A; dan $\mu_A\ (x)$ = 0 untuk x bukan anggota dari A.

Misalkan dimiliki variabel umur yang dibagi menjadi 3 kategori (Kusumadewi dan Purnomo, 2004), yaitu :

MUDA	umur < 35 tahun
PAROBAYA	35 ≤ umur ≤ 55 tahun
TUA	umur > 55 tahun

Nilai keanggotaan secara grafis, himpunan MUDA, PAROBAYA, dan TUA ini dapat dilihat sebagai berikut.



(a) (b) (c)

Gambar 2.2 Himpunan klasik: (a) MUDA, (b) PAROBAYA, dan (c) TUA.

Berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat bahwa :

- Apabila seseorang berusia 34 tahun, maka ia dikatakan MUDA (μ_{MUDA} $(34) = 1$)
- Apabila seseorang berusia 35 tahun, maka ia dikatakan TIDAK MUDA (μ_{MUDA} $(35) = 0$)
- Apabila seseorang berusia 35 tahun kurang 1 hari, maka ia dikatakan MUDA (μ_{MUDA} $(35\ th - 1\ hr) = 1$).

Dari sini dapat dikatakan bahwa pemakaian himpunan klasik untuk menyatakan variabel umur kurang bijaksana, adanya perubahan kecil saja pada suatu nilai mengakibatkan perbedaan kategori.

2.2.2 Himpunan *Fuzzy*

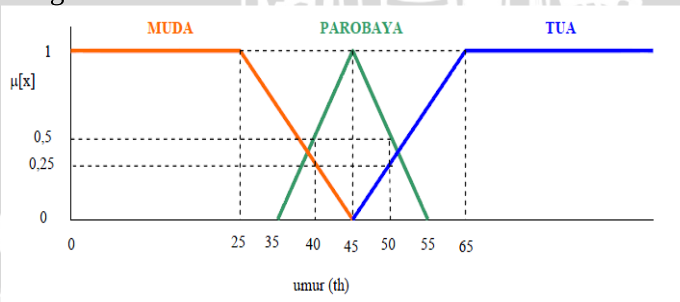
Teori himpunan *fuzzy* diperkenalkan oleh Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Zadeh memberikan definisi tentang himpunan *fuzzy*, $\bar{A}$, dalam (Zimmermann, 1991) sebagai berikut:

Jika X adalah koleksi dari obyek-obyek yang dinotasikan secara generik oleh x, maka suatu himpunan *fuzzy*, $\bar{A}$, dalam X adalah suatu himpunan pasangan berurutan, sebagai berikut :

$$\bar{A} = \{(x, \mu_{\bar{A}}\ (x)) \mid x \in X\} \qquad (2.1)$$

dengan $\mu_{\bar{A}}\ (x)$ adalah derajat keanggotaan x di $\bar{A}$ yang memetakan X ke ruang keanggotaan M yang terletak pada rentang [0,1].

Misalkan X adalah variabel *fuzzy* umur, dengan fungsi keanggotan sebagai berikut:



Gambar 2.3 Fungsi keanggotaan untuk setiap himpunan pada variabel umur.

Fungsi keanggotaan untuk setiap himpunan pada variabel umur dapat diberikan sebagai berikut:

$$\mu_{MUDA}(x) = \begin{cases} 1\,; & x \leq 25 \\ \dfrac{45 - x}{20}\,; & 25 \leq x \leq 45 \\ 0\,; & x \geq 45 \end{cases}$$

$$\mu_{PAROBAYA}(x) = \begin{cases} 0\,; & x \leq 35 \; atau \; x \geq 55 \\ \dfrac{x - 35}{10}\,; & 35 \leq x \leq 45 \\ \dfrac{55 - x}{10}\,; & 45 \leq x \leq 55 \end{cases}$$

$$\mu_{TUA}(x) = \begin{cases} 0\,; & x \leq 45 \\ \dfrac{x - 45}{20}\,; & 45 \leq x \leq 65 \\ 1\,; & x \geq 65 \end{cases}$$

Dari hal ini dapat dilihat bahwa, seseorang dapat masuk dalam 2 himpunan yang berbeda, MUDA dan PAROBAYA atau PAROBAYA dan TUA. Seberapa eksistensinya dalam himpunan tersebut dapat dilihat pada nilai keanggotaannya. Seseorang yang berumur 40 tahun, termasuk dalam himpunan MUDA dengan $\mu_{MUDA}(40) = 0,25$; namun dia juga termasuk dalam himpunan PAROBAYA dengan $\mu_{PAROBAYA}(40) = 0,5$.

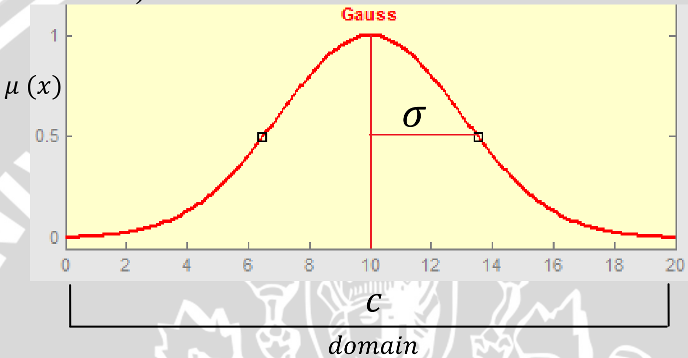
Himpunan *fuzzy* memiliki 2 atribut (Kusumadewi dan Purnomo, 2004), yaitu:

1. Linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti: MUDA, PAROBAYA, TUA.
2. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel seperti: 20, 35, 50, dsb.

2.3 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1 (Kusumadewi dan Purnomo, 2004). Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah melalui pendekatan fungsi. Pada penelitian ini digunakan pendekatan fungsi representasi kurva Gauss.

Kurva Gauss merupakan kurva berbentuk lonceng yang menggunakan dua parameter, yaitu *c* dan σ. *c* untuk menunjukkan nilai domain pada pusat kurva, dan σ yang menunjukkan lebar kurva (standar deviasi).



Gambar 2.4 Representasi kurva Gauss

Fungsi keanggotaan :

$$G(x;\sigma,c) = e^{\frac{-(x-c)^2}{2\sigma^2}} \qquad (2.2)$$

di mana:

σ : standar deviasi pada himpunan *fuzzy*

c : titik pusat pada domain

x : suatu nilai pada domain

2.4 Operator-Operator Dasar Zadeh Untuk Operasi Himpunan *Fuzzy*

Ada beberapa operasi yang didefinisikan secara khusus untuk mengkombinasi dan memodifikasi himpunan *fuzzy*. Nilai keanggotaan sebagai hasil dari operasi dua himpunan sering dikenal dengan nama *fire strength* atau α-predikat. Ada tiga operator dasar yang diciptakan oleh Zadeh, yaitu (Cox, 1994) :

1. Operator AND

   Operator ini berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan. α-predikat sebagai hasil operasi dengan operator

AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A\cap B} = \min(\mu_A(x), \mu_B(y)) \quad (2.3)$$

2. Operator OR

   Operator ini berhubungan dengan operasi union pada himpunan. α-predikat sebagai hasil operasi dengan operator OR diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

   $$\mu_{A\cup B} = \max(\mu_A(x), \mu_B(y)) \quad (2.4)$$

3. Operator NOT

   Operator ini berhubungan dengan operasi komplemen pada himpunan. α-predikat sebagai hasil operasi dengan operator NOT diperoleh dengan mengurangkan nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari 1.

   $$\mu_{A'} = 1 - \mu_A(x) \quad (2.5)$$

2.5 Penalaran Monoton

Penalaran (*reasoning*) adalah proses yang berhubungan dengan pengetahuan, fakta, dan strategi pemecahan masalah (*problem solving*) untuk mendapatkan konklusi/penyelesaian. Penalaran monoton (*monotonic reasoning*) adalah penalaran yang menggunakan informasi yang statis, artinya selama melakukan penyelesaian masalah, keadaan bermacam fakta dianggap tetap konstan (Santoso, 2012)

Metode penalaran secara monoton digunakan sebagai dasar untuk teknik implikasi *fuzzy*. Jika 2 daerah *fuzzy* direlasikan dengan implikasi sederhana sebagai berikut:

IF x is A THEN z is B

menjadi fungsi:

z = f((x,A), B)

Maka sistem *fuzzy* dapat berjalan tanpa harus melalui komposisi dan dekomposisi *fuzzy*. Nilai output dapat diestimasi secara langsung dari nilai keanggotaan yang berhubungan dengan antesedennya.

Misalkan ada 2 himpunan *fuzzy*, TINGGI (menunjukkan tinggi badan seseorang) dan BERAT (menunjukkan berat badan seseorang). Misalkan relasi antara kedua himpunan tersebut digunakan aturan sebagai berikut:

IF Tinggi Badan is TINGGI THEN Berat Badan is BERAT

Implikasi secara monoton akan menyeleksi daerah *fuzzy* A dan B sebagai berikut:

- Untuk suatu elemen x pada domain A, ditentukan nilai keanggotaannya dalam daerah *fuzzy* A, yaitu $\mu_A(x)$
- Pada daerah *fuzzy* B, ditentukan nilai keanggotaan yang berhubungan dengan nilai keanggotaan antesedennya dengan cara menarik garis lurus ke arah domain. Nilai pada sumbu domain, y, merupakan solusi dari fungsi implikasi tersebut.

2.6 Fungsi Implikasi (Aturan Dasar *Fuzzy*)

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

IF x is A THEN z is B

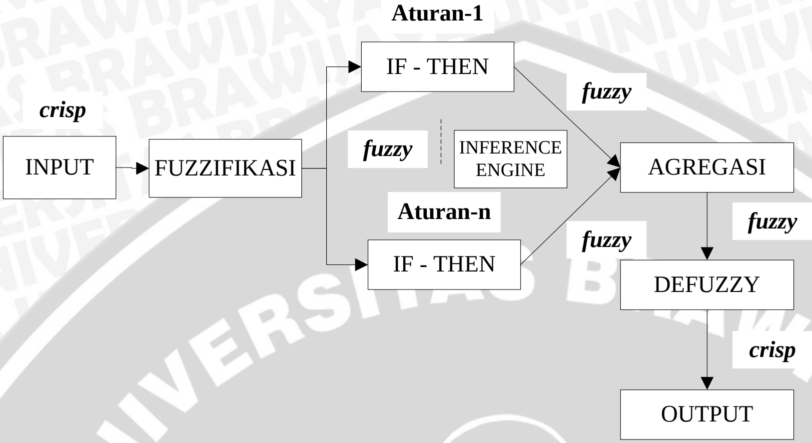
Dengan x dan z adalah skalar, A dan B adalah himpunan *fuzzy*. Proposisi yang mengikuti IF disebut sebagai anteseden dan proposisi yang mengikuti THEN disebut sebagai konsekuen. Proposisi yang diperluas dengan menggunakan operator *fuzzy*, seperti berikut (Cox, 1994):

IF (x_1 is A_1) o (x_2 is A_2) o (x_3 is A_3) o ... o (x_n is A_n)
THEN z is B

dengan o adalah operator (misal: OR atau AND)

2.7 Sistem Inferensi *Fuzzy*

Sistem Inferensi *Fuzzy* (*Fuzzy Inference System* atau FIS) merupakan suatu kerangka komputasi yang didasarkan pada teori himpunan *fuzzy*, aturan *fuzzy* berbentuk IF-THEN, dan penalaran *fuzzy*. Secara garis besar, diagram blok proses inferensi *fuzzy* sebagai berikut:



Gambar 2.5 Diagram blok sistem inferensi *fuzzy* (Kusumadewi dan Hartati, 2006)

Proses dalam sistem inferensi *fuzzy* terbagi menjadi fuzzifikasi, *inference engine*, dan *defuzzy*. Sistem inferensi *fuzzy* menerima input *crisp*. Input *crisp* ini dipetakan ke dalam bentuk himpunan *fuzzy* dan ditentukan nilai keanggotaannya di dalam himpunan *fuzzy* berdasarkan fungsi keanggotaan (proses fuzzifikasi). Kemudian, dikirim ke dalam mesin inferensi *fuzzy* yang merupakan basis pengetahuan yang berisi n aturan *fuzzy* dalam bentuk IF-THEN. *Fire strength* akan dicari pada setiap aturan. Apabila jumlah aturan lebih dari satu, maka akan dilakukan agregasi dari semua aturan, agregasi adalah proses mengkombinasikan output semua IF-THEN *rule* menjadi sebuah *fuzzy* set tunggal. Selanjutnya, pada hasil agregasi akan dilakukan *defuzzy* untuk mendapatkan nilai *crisp* berupa bilangan tunggal sebagai output sistem (Jang dkk, 1997).

2.7.1 Metode Mamdani

Metode Mamdani sering dikenal dengan metode Max-Min. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan output, diperlukan empat tahapan (Kusumadewi dan Purnomo, 2004):

1. Pembentukan himpunan *Fuzzy*

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

2. Aplikasi fungsi implikasi (aturan dasar *fuzzy*)

Pada metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah Min.

IF ((X_1 is A_1) AND (X_2 is A_2) AND (X_3 is A_3) .... (X_n is A_n)) THEN z is B (2.6)

Operasi antar himpunan *fuzzy* pada variabel input menggunakan operator AND. Nilai minimum dari masing-masing derajat keanggotaan tiap himpunan *fuzzy* pada bagian anteseden setelah masing-masing variabel diberi input pada *rule* ke-r disebut α-predikat.

3. Komposisi aturan

Pada metode Mamdani, komposisi aturan dilakukan dengan menggunakan metode *max*. Pada metode ini solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah *fuzzy*, dan mengaplikasikannya ke output dengan menggunakan operator OR (union). Jika semua proposisi telah dievaluasi, maka output akan berisi suatu himpunan *fuzzy* yang merefleksikan kontribusi dari tiap-tiap proposisi. Secara umum dapat dituliskan:

$$\mu_{sf}[x_r] = \max(\mu_{sf}[x_r], \mu_{kf}[x_r]) \quad (2.7)$$

di mana:

$\mu_{sf}[x_r]$ = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-r.

$\mu_{kf}[x_r]$ = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke-r.

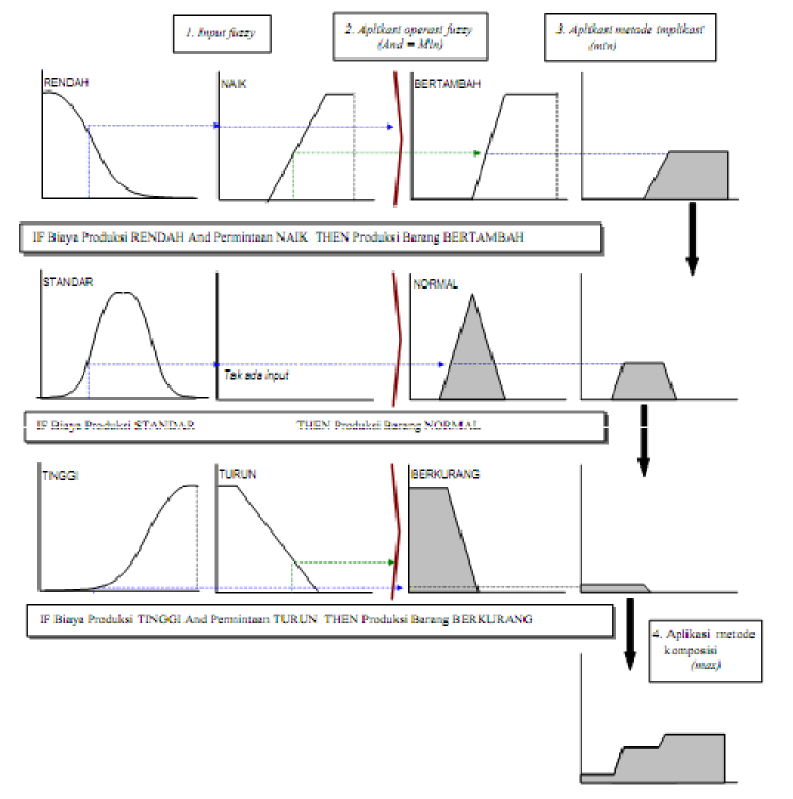
Misalkan ada 3 aturan (proposisi) sebagai berikut:

R1: IF Biaya Produksi RENDAH AND Permintaan NAIK THEN Produksi Barang BERTAMBAH

R2: IF Biaya Produksi STANDAR THEN Produksi Barang NORMAL

R3: IF Biaya Produksi TINGGI AND Permintaan TURUN THEN Produksi Barang BERKURANG.

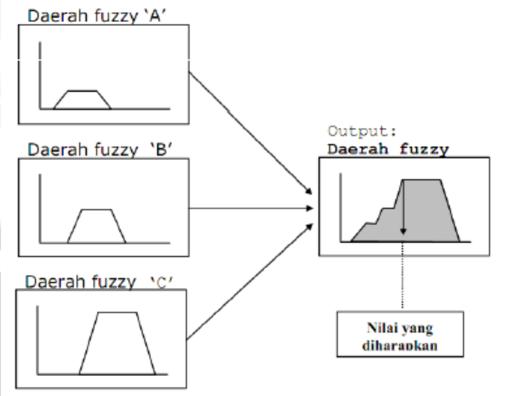
Proses inferensi *fuzzy* dengan metode *max* dalam melakukan komposisi aturan dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Komposisi aturan FIS Mamdani metode *max* (Kusumadewi dan Purnomo, 2004).

4. Penegasan (*defuzzy*)

Input dari proses *defuzzy* adalah suatu himpunan yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Oleh karena itu, jika diberikan suatu himpunan dalam *range* tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai *crisp* tertentu sebagai output seperti terlihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Proses *defuzzy* (Kusumadewi dan Purnomo, 2004)

Pada metode Mamdani, penegasan (*defuzzy*) dilakukan dengan menggunakan metode *Centroid* (*Composite Moment*). Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat (z*) daerah *fuzzy*. Secara umum dirumuskan:

$$z^* = \frac{\int_z z\mu(z)dz}{\int_z \mu(z)dz} \tag{2.8}$$

2.7.2 Metode Sugeno

Tahapan Penalaran dengan metode Sugeno hampir sama dengan penalaran metode Mamdani, hanya saja output (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan *fuzzy*, melainkan berupa konstanta atau persamaan linier. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985. Untuk mendapatkan output, diperlukan empat tahapan, yaitu (Kusumadewi, 2004) :

1. Pembentukan himpunan *fuzzy*

Pada tahap pembentukan himpunan *fuzzy*, variabel input dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*. Sedangkan variabel output berbentuk konstanta atau persamaan linier.

2. Aplikasi fungsi implikasi (aturan)

Aturan dasar *fuzzy* merupakan aturan-aturan yang berupa fungsi implikasi yang menyatakan relasi antara variabel input dengan variabel output. Secara umum bentuk model aturan *fuzzy* Takagi-Sugeno menggunakan bentuk aturan IF-THEN. Menurut Cox (1994), ada dua model untuk sistem inferensi *fuzzy* metode Sugeno, yaitu:

1. Model *Fuzzy* Sugeno Orde Nol

   Secara umum bentuk model *fuzzy* Sugeno Orde Nol adalah :

   IF ((X_1 is A_1) AND (X_2 is A_2) AND (X_3 is A_3) .... (X_n is A_n)) THEN z = k (2.9)

   di mana:

   A_n : himpunan *fuzzy* ke-n sebagai anteseden

   k : suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuen

2. Model *Fuzzy* Sugeno Orde Satu

   Secara umum bentuk model *fuzzy* Sugeno Orde-Satu adalah:

   IF ((X_1 is A_1) AND (X_2 is A_2) AND (X_3 is A_3) .... (X_n is A_n)) THEN $z = p_1*x_1 + p_2*x_2 + p_3*x_3 + ... + p_n*x_n + q$ (2.10)

   di mana:

   A_n : Himpunan *fuzzy* ke-n sebagai anteseden

   x_n : Nilai input dari X_n

   p_n : Suatu konstanta (tegas) ke-n

   q : Konstanta dalam konsekuen

Operasi antar himpunan *fuzzy* pada variabel input menggunakan operator AND. Nilai minimum dari masing-masing derajat keanggotaan tiap himpunan *fuzzy* pada bagian anteseden setelah masing-masing variabel diberi input pada *rule* ke-r disebut α-predikat. Penerapan implikasi pada masing-masing *rule* ke-r pada bagian anteseden akan memperoleh nilai output berupa suatu nilai (z_r).

3. Komposisi Aturan

Komposisi aturan diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar *rule* dengan menghitung (Suwandi, 2011) :

$$\sum_{r=1}^{R} \alpha_r z_r \qquad (2.11)$$

di mana:

R : banyaknya *rule*

α_r : *fire strength rule* ke-r

z_r : nilai output pada anteseden *rule* ke-r

4. Penegasan (*defuzzy*)

Input dari proses penegasan atau defuzzifikasi adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan *crisp* yang tegas. Jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam range tertentu, maka dapat diambil suatu nilai tegas atau *crisp* tertentu sebagai output (Solikin, 2011). Defuzzifikasi pada metode Sugeno menggunakan metode rata-rata terbobot (*weighted average*), yaitu :

$$Z = \frac{\sum_{r=1}^{R} \alpha_r z_r}{\sum_{r=1}^{R} \alpha_r} \tag{2.12}$$

di mana:

z_r : nilai keluaran pada konsekuen aturan dasar ke-*r*

α_r : *fire strength rule* ke-r

R : banyaknya aturan yang digunakan

Sistem inferensi *fuzzy* metode Sugeno menggunakan konsekuen yang berupa persamaan linier atau konstanta. Output *rule* sistem inferensi *fuzzy* metode Sugeno bukan dalam bentuk fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy*, tetapi sebuah bilangan yang berubah secara linier terhadap variabel-variabel input, yaitu mengikuti suatu persamaan seperti yang ditunjukkan oleh persamaan (2.10). Jika p_n = 1, sistem inferensi *fuzzy* dikatakan berorde satu di mana outputnya mengikuti persamaan garis, yaitu $z = p_n * x_n + q$. Jika $p_n = 0$, sistem inferensi *fuzzy* dikatakan berorde nol, karena outputnnya berupa sebuah bilangan konstan, yaitu z = q (Naba, 2009).

Dalam penelitian ini, konsekuen sistem inferensi *fuzzy* metode Sugeno berupa suatu persamaan linier yang diperoleh melalui pendekatan dengan menggunakan persamaan dari regresi linier berganda dan rata-rata aritmatika.

2.8 Regresi Linier Berganda

Menurut Gujarati (2010), analisis regresi berkaitan dengan studi mengenai ketergantungan satu variabel respon terhadap satu atau lebih variabel prediktor dengan tujuan untuk mengestimasi nilai rata-rata (populasi) variabel respon berdasarkan nilai yang diketahui dari variabel prediktor. Persamaan regresi linier berganda dengan k variabel prediktor dinyatakan sebagai :

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \ldots + \beta_k X_{ki} + \varepsilon_i \tag{2.13}$$

dengan : i = 1,2,3,…,n

n = banyaknya pengamatan.

di mana:

Y_i	: variabel respon
X_{ki}	: variabel penjelas ke-k, nilai pengamatan ke-i
β_0	: koefisien intersep
$\beta_1,\dots \beta_k$	: koefisien regresi variabel penjelas ke-k
ε_i	: variabel error (galat)

Apabila persamaan regresi linier berganda diduga dari sampel, maka dinyatakan sebagai :

$$\hat{Y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_k \qquad (2.14)$$

di mana:

$\hat{Y}$	: penduga variabel respon
x_k	: variabel penjelas ke-k
b_0	: penduga koefisien intersep
$b_1,\dots b_k$	: penduga koefisien regresi variabel penjelas ke-k

Pendugaan parameter regresi yang sering digunakan adalah metode *Ordinary Least Squares* (OLS) atau biasa disebut juga dengan Metode Kuadrat terkecil (MKT). Dalam MKT diusahakan untuk mendapatkan kuadrat tengah galat seminimum mungkin, agar mendapatkan penduga yang baik. Secara matematis pendugaan parameter regresi dengan MKT dapat ditulis sebagai berikut (Draper dan Smith, 1992) :

$$\mathbf{X'X}\,\hat{\boldsymbol{\beta}} = \mathbf{X'Y}$$

sehingga koefisien parameter regresi didapatkan dengan:

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} = (\mathbf{X'X})^{-1}\,\mathbf{X'Y} \qquad (2.15)$$

di mana :

$$\mathbf{Y} = \begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ . \\ . \\ . \\ Y_n \end{pmatrix}, \qquad \mathbf{X} = \begin{pmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1k} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2k} \\ . & . & . & & . \\ . & . & . & & . \\ . & . & . & & . \\ 1 & x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nk} \end{pmatrix}$$

matriks **X’** = transpose dari matriks **X**

2.8.1 Pengujian Asumsi

Suatu persamaan regresi linier berganda dapat dikatakan sebagai persamaan/model yang baik apabila memenuhi beberapa asumsi, diantaranya yaitu asumsi Linieritas, Kenormalan galat (Normalitas), Kehomogenan ragam galat (Homoskedastisitas), Non-Multikolinieritas dan kebebasan galat (Non-Autokorelasi). Pada penelitian ini, data yang digunakan adalah data runtun waktu (*time series*), sehingga tidak perlu dilakukan pengujian asumsi non-autokorelasi, dikarenakan pada data runtun waktu pasti terdapat autokorelasi (Gujarati, 2010).

2.8.1.1 Asumsi Linieritas

Menurut Gujarati (2010), asumsi yang mendasari metode kuadrat terkecil dalam menduga parameter pada persamaan regresi linier adalah asumsi linieritas. Asumsi linieritas dimaksudkan yaitu suatu persamaan regresi tersebut menggambarkan hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor yang linier (membentuk fungsi garis lurus), seperti yang ditunjukkan pada persamaan (2.13). Pengujian Linieritas dapat dilakukan dengan mengamati *scatter-plot*, di mana hasilnya menunjukkan hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor berbentuk linier/garis lurus.

2.8.1.2 Asumsi Kenormalan Galat

Menurut Kutner *et al.* (2004) uji asumsi kenormalan galat berkaitan erat dengan penggunaan statistik uji F dan t. Jika uji asumsi kenormalan galat tidak terpenuhi, maka uji F dan t menjadi tidak valid. Salah satu cara untuk menguji asumsi kenormalan galat adalah dengan menggunakan uji Kolmogorov Smirnov.

Hipotesis untuk uji asumsi kenormalan galat adalah:

H_0 : Galat menyebar normal

lawan

H_1 : Galat tidak menyebar normal

Statistik uji asumsi kenormalan galat adalah:

$$D_n = Maks[|F_n(t) - F_0(t)|] \tag{2.16}$$

di mana:
D_n : nilai deviasi maksimum antara fungsi sebaran empiris dan fungsi sebaran normal
$F_n(t)$: fungsi sebaran kumulatif yang diamati
$F_0(t)$: fungsi sebaran kumulatif menyebar normal
Jika $D_n < D(\alpha)$, maka keputusannya adalah terima H_0 yang berarti galat menyebar normal. Atau dengan menggunakan *p-value*, yaitu jika *p-value* > α (0,05) maka keputusannya adalah terima H_0 yang berarti galat menyebar normal.

2.8.1.3 Asumsi Kehomogenan Ragam Galat (Homoskedastisitas)

Kehomogenan ragam galat merupakan galat yang memliki ragam yang sama dan konstan untuk setiap variabel prediktor X_i yaitu sama dengan σ^2. Pengujian asumsi kehomogenan ragam galat ini menggunakan uji Glejser, yaitu dengan cara meregresikan nilai absolut galat $|\varepsilon_i|$ yang diperoleh terhadap variabel prediktor X_i yang dinyatakan dengan persamaan (Gujarati, 2010) :

$$|\varepsilon_i| = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \ldots + \beta_k X_{ik} + u_i \qquad (2.17)$$

Hipotesis untuk uji asumsi kehomogenan ragam galat adalah:
$H_0 : \beta_k = 0$, Ragam galat homogen
lawan
$H_1 : \beta_k \neq 0$, Ragam galat tidak homogen

Statistik uji asumsi kehomogenan ragam galat adalah:

$$|t_{hitung}| = \frac{\beta_k}{SE\ \beta_k} \qquad (2.18)$$

di mana:
β_k : nilai koefisien regresi absolut galat ($|\varepsilon_i|$) dengan variabel X_i
SE β_k : nilai *standard error* dari β_k

Dengan menggunakan taraf kepercayaan atau α tertentu dan db = n-k (db = derajat bebas), apabila nilai $|t_{hitung}| > t_{tabel}$ atau *p-value* $< \alpha$(0,05) maka H_0 ditolak, artinya dapat dikatakan bahwa ragam galat tidak homogen. Jika tidak signifikan, maka asumsi kehomogenan ragam galat terpenuhi (Gujarati, 2010)

2.8.1.4 Asumsi Non-Multikolinieritas

Multikolinieritas adalah keberadaan dari hubungan linier yang sempurna diantara sebagian atau seluruh variabel penjelas dalam sebuah persamaan regresi (Gujarati, 2010). Menurut

Montgomery (1992), keberadaan multikolinieritas ini dapat dihitung dengan menggunakan VIF (*Variance Inflation Factor*), yang didefinisikan sebagai :

$$VIF = \frac{1}{(1 - R^2)} \quad (2.19)$$

di mana $1-R^2$ merupakan *tolerance*. *Tolerance* adalah indikator seberapa banyak variabilitas sebuah variabel prediktor tidak bisa dijelaskan oleh variabel prediktor lainnya. *Tolerance* dihitung dengan rumus $1- R^2$ untuk setiap variabel prediktor. Nilai R^2 ini merupakan nilai koefisien determinasi dari regresi setiap X_i dengan sisa variabel X selain X_i.

Jika nilai *Tolerance* sangat kecil (< 0,10), maka itu menandakan korelasi berganda satu variabel prediktor dengan variabel prediktor lainnya sangat tinggi dan mengindikasikan Multikolinieritas. Nilai VIF merupakan *invers* dari nilai *Tolerance* (1 dibagi *Tolerance*). Jika nilai VIF > 10, maka itu mengindikasikan terjadinya Multikolinieritas.

2.8.2 Pengujian Parameter

2.8.2.1 Uji F

Uji F merupakan pengujian terhadap variabel-variabel prediktor secara bersama-sama yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh variabel prediktor secara bersama-sama terhadap variabel respon.

Hipotesis yang digunakan :

H_0 : $\beta_1 = \beta_2 = \ldots = \beta_k = 0$, artinya variabel prediktor secara bersama-sama tidak mempengaruhi variabel respon

lawan

H_1 : paling sedikit ada satu β_k yang berbeda, artinya variabel prediktor secara bersama-sama mempengaruhi variabel respon

Uji F dirumuskan sebagai berikut (Draper dan Smith, 1992):

$$F_{hitung} = \frac{KTR}{KTG} \quad (2.20)$$

di mana:

KTR : kuadrat tengah regresi = JKR/(k-1)

KTG : kuadrat tengah galat = JKG/(n-k)

Dengan menggunakan taraf kepercayaan atau α tertentu dan db = (n-k, k-1), apabila $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_0 ditolak, artinya bahwa dengan uji serempak, semua variabel prediktor berpengaruh secara signifikan terhadap variabel respon. Atau apabila *p-value* $< \alpha$ (0,05), maka dapat dikatakan signifikan (Draper dan Smith, 1992).

2.8.2.2 Uji t

Uji t merupakan pengujian terhadap variabel-variabel prediktor secara parsial (individu) yang bertujuan untuk mengetahui signifikansi dan pengaruh variabel prediktor secara individu terhadap variabel respon.

Hipotesis yang digunakan :

H_0 : $\beta_k = 0$, artinya variabel prediktor tidak mempengaruhi variabel respon

lawan

H_1 : $\beta_k \neq 0$, artinya variabel prediktor mempengaruhi variabel respon

Uji t dirumuskan sebagai berikut (Draper dan Smith, 1992):

$$|t_{hitung}| = \frac{\beta_k}{SE\ \beta_k} \tag{2.21}$$

di mana:

β_k : nilai koefisien regresi

SE β_k : nilai *standard error* dari β_k

Dengan menggunakan taraf kepercayaan atau α tertentu dan db = n-k (db = derajat bebas), apabila nilai $|t_{hitung}| > t_{tabel}$ maka H_0 ditolak, artinya variabel prediktor mempengaruhi variabel respon secara signifikan. Atau apabila *p-value* $< \alpha$(0,05), maka dapat dikatakan signifikan (Draper dan Smith, 1992).

2.8.3 Koefisien Determinasi (R^2)

Koefisien determinasi (R^2) merupakan suatu pemeriksaan kebaikan model/persamaan regresi linier berganda untuk mengetahui kesesuaian model terhadap data. Menurut Draper dan Smith (1992), koefisien determinasi (R^2) didefnisikan sebagai :

$$R^2 = \frac{JKR}{JKT} \tag{2.22}$$

di mana:

JKR : Jumlah kuadrat regresi = $\sum_{i=1}^{n} (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2$

JKT : Jumlah kuadrat total = $\sum_{i=1}^{n} (Y_i - \bar{Y})^2$

Koefisien determinasi (R^2) ini sering dinyatakan sebagai suatu persentase $100R^2$. Semakin besar nilainya, semakin baik persamaan regresi tersebut dalam menjelaskan keragaman data

(Draper dan Smith 1992). Besarnya koefisien determinasi (R^2) terletak antara nol hingga satu ($0 \leq R^2 \leq 1$).

2.9 Ukuran Ketepatan Prediksi

Dalam melakukan prediksi perlu dilihat seberapa efektif hasil prediksi yang dihasilkan. Untuk melihat hal tersebut perlu dilihat seberapa besar *error* dari hasil prediksi yang telah dihasilkan. Untuk keperluan ini ada beberapa macam ukuran yang dapat dipakai, yaitu MSE (*Mean Square Error*) dan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*).

Jika X_i merupakan data aktual untuk periode ke-i dan F_i merupakan prediksi untuk periode yang sama, maka kesalahan (error) didefinisikan sebagai:

$$e_i = X_i - F_i$$

Jika terdapat nilai pengamatan dan prediksi untuk n periode waktu, maka akan terdapat n buah galat. Ketepatan suatu model dalam melakukan prediksi dapat diukur dengan menghitung MSE (*Mean Square Error*), yaitu nilai tengah galat kuadrat. MSE dihitung dengan rumus:

$$\text{MSE} = \frac{\sum_{i=1}^{n} e_i^{2}}{n} \tag{2.23}$$

di mana:

e_i^2 : *error* (kesalahan) antara nilai aktual dengan nilai prediksi

n : banyaknya pengamatan

Semakin kecil nilai MSE maka semakin baik tingkat keakuratan prediksinya (Subekti, 2010).

Selain MSE, ketepatan suatu model dalam melakukan prediksi juga dapat diukur dengan menghitung MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). MAPE merupakan ukuran ketetapan relatif yang digunakan untuk mengetahui persentase penyimpangan hasil prediksi. MAPE dihitung dengan rumus:

$$\text{MAPE} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left| \left(\frac{X_i - F_i}{Xi} \right) \times 100\% \right|}{n} \tag{2.24}$$

Dengan MSE dan MAPE ini, dapat ditentukan metode inferensi *fuzzy* manakah yang lebih baik dalam memprediksi laju inflasi. Hal tersebut dapat ditentukan dengan melihat nilai MSE dan MAPE yang terkecil, metode inferensi *fuzzy* yang memiliki nilai MSE dan MAPE terkecil merupakan metode inferensi *fuzzy* yang lebih baik dalam melakukan prediksi.

2.10 Indeks Harga Konsumen dan Inflasi

2. 10.1 Indeks Harga Konsumen (IHK)

Indeks harga konsumen adalah suatu indeks yang mengukur perubahan harga rata-rata dari waktu ke waktu, dari sekumpulan barang dan jasa yang dikonsumsi oleh masyarakat dalam periode dasar tertentu.

Menurut Santoso (2003), rumus yang sering digunakan untuk menghitung IHK secara umum di Indonesia adalah sebagai berikut:

$$IHK_n = \frac{\sum_{i=1}^{k} \frac{P_{ni}}{P_{(n-1)i}} . P_{(n-1)i} . Q_{0i}}{\sum_{i=1}^{k} P_{0i} . Q_{0i}} . 100 \quad (2.25)$$

Sedangkan, rumus untuk menentukan IHK per komoditi adalah sebagai berikut:

$$IHK_n = \frac{\frac{P_n}{P_{(n-1)}} . P_{(n-1)} . Q_0}{P_0 . Q_0} . 100 \quad (2.26)$$

di mana:

IHK_n : Indeks harga konsumen periode ke-n.
P_{ni} : Harga jenis barang dan jasa i, periode ke-n.
$P_{(n-1)i}$: Harga jenis barang dan jasa i, periode ke- (n-1).
$P_{(n-1)i} . Q_{0i}$: Nilai konsumsi jenis barang dan jasa i, periode ke-(n-1).
$P_{0i} . Q_{0i}$: Nilai konsumsi jenis barang dan jasa i, pada tahun dasar.
k : Jumlah jenis barang dan jasa (komoditas).

Indikator yang sering digunakan untuk mengukur laju inflasi adalah IHK. Indeks harga konsumen terdiri dari indeks harga tujuh kelompok komoditi, yaitu indeks harga bahan makanan, indeks harga (makanan jadi, minuman, rokok, dan tembakau), indeks harga (perumahan, air, listrik, gas, dan bahan bakar), indeks harga sandang, indeks harga kesehatan, indeks harga (pendidikan, rekreasi, dan olahraga), dan indeks harga (transpor, komunikasi, dan jasa keuangan).

2.10.2 Inflasi

Inflasi adalah kenaikan secara umum harga barang dan jasa yang merupakan kebutuhan pokok masyarakat. Inflasi dapat pula didefinisikan sebagai penurunan daya beli mata uang suatu negara. Tingkat inflasi suatu negara dapat diketahui dengan cara membandingkan IHK_t dengan IHK_{t-1}. Secara matematis, besar inflasi dapat dicari dengan rumus :

$$\text{Inflasi} = \frac{IHK_t - IHK_{t-1}}{IHK_{t-1}} \times 100\% \tag{2.27}$$

dengan IHK_t adalah Indeks Harga Konsumen pada periode tertentu dan IHK_{t-1} adalah Indeks Harga Konsumen pada periode dasar yang ditentukan (Tripena, 2011).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder, yaitu data inflasi umum *month to month* sebagai data output dan inflasi tujuh kelompok komoditi (barang dan jasa) sebagai data input. Data yang digunakan adalah data inflasi Indonesia menurut kelompok komoditi (barang dan jasa) tahun 2008 hingga 2012 yang diambil dari web resmi Badan Pusat Statistik Indonesia (www.bps.go.id). Berikut uraian data yang digunakan pada penelitian ini, yaitu (Dapat dilihat pada lampiran 1):

- Inflasi Umum (Inflasi)
- Inflasi Harga Bahan Makanan (X_1)
- Inflasi Harga Makanan Jadi, Minuman, Rokok dan Tembakau (X_2)
- Inflasi Harga Perumahan, Air, Listrik, Gas dan Bahan Bakar (X_3)
- Inflasi Harga Sandang (X_4)
- Inflasi Harga Kesehatan (X_5)
- Inflasi Harga Pendidikan, Rekreasi dan Olahraga (X_6)
- Inflasi Harga Transpor, Komunikasi dan Jasa Keuangan (X_7)

3.2 Metode

Metode penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut:

Membagi data input dan output menjadi dua bagian, yaitu data *training* dan data *testing*. Data *training* digunakan untuk membentuk sistem, baik sistem persamaan regresi linier berganda ataupun sistem inferensi *fuzzy*. Sedangkan data *testing* digunakan untuk menguji ketepatan prediksi yang diperoleh dari sistem inferensi *fuzzy* metode Mamdani dan metode Sugeno yang terbentuk. Jumlah data *training* dan *testing* masing-masing adalah sebanyak 80% dan 20% dari keseluruhan data. Pembagian data *training* dan *testing* pada data inflasi Indonesia, yaitu:

$$N_{training} = \frac{80}{100} \text{ x } 60 = 48$$

$$N_{testing} = \frac{20}{100} \text{ x } 60 = 12$$

Peneliti ingin memprediksi laju inflasi umum *month to month* Indonesia pada tahun 2012, maka untuk pembagian data *training* dan *testing* pada data inflasi Indonesia masing-masing sebanyak 48 (data bulanan dari tahun 2008 hingga 2011) data *training* dan 12 (data bulanan pada tahun 2012) data *testing*.

A. Metode Mamdani

1. Membentuk himpunan *fuzzy* dari setiap variabel input dan variabel output (fuzzifikasi).

   Pembentukan himpunan *fuzzy* (proses fuzzifikasi) pada prediksi laju inflasi dilakukan dengan menggunakan variabel input. Adapun variabel input dari sistem inferensi *fuzzy* ini adalah:

   - Variabel Inflasi Harga Bahan Makanan (X_1) terdiri dari 2 himpunan *fuzzy*, yaitu: Rendah dan Tinggi.
   - Variabel Inflasi Harga Makanan jadi, Minuman, Rokok dan Tembakau (X_2) terdiri dari 2 himpunan *fuzzy*, yaitu: Rendah dan Tinggi.
   - Variabel Inflasi Harga Perumahan, Air, Listrik, Gas dan Bahan Bakar (X_3) terdiri dari 2 himpunan *fuzzy*, yaitu: Rendah dan Tinggi.
   - Variabel Inflasi Harga Sandang (X_4) terdiri dari 2 himpunan *fuzzy*, yaitu: Rendah dan Tinggi.
   - Variabel Inflasi Harga Kesehatan (X_5) terdiri dari 2 himpunan *fuzzy*, yaitu: Rendah dan Tinggi
   - Variabel Inflasi Harga Pendidikan, Rekreasi dan Olahraga (X_6) terdiri dari 2 himpunan *fuzzy*, yaitu: Rendah dan Tinggi.
   - Variabel Inflasi Harga Transpor, Komunikasi dan Jasa Keuangan (X_7) terdiri dari 2 himpunan *fuzzy*, yaitu: Rendah dan Tinggi.

   Sedangkan, variabel output adalah variabel Inflasi Umum *month to month* (Inflasi), terdiri dari 2 himpunan *fuzzy*, yaitu: Rendah dan Tinggi.

2. Menentukan nilai/derajat keanggotaan himpunan *fuzzy* dengan menggunakan pendekatan fungsi keanggotaan representasi kurva Gauss pada data *training* (Persamaan 2.2).
3. Membentuk aturan dasar *fuzzy* dengan menggunakan fungsi min. Misalnya:
   Aturan 1: IF (X1 is Tinggi) AND (X2 is Tinggi) AND (X3 is Tinggi) AND (X4 is Tinggi) AND (X5 is Tinggi) AND (X6 is Tinggi) AND (X7 is Tinggi) THEN (Inflasi is Tinggi).
4. Aplikasi aturan (fungsi implikasi) menggunakan persamaan (2.6) dengan menghitung nilai α-predikat (*fire strength*).
5. Komposisi aturan dengan menggunakan metode *Max* (Persamaan 2.7).
6. Defuzzifikasi (penegasan) dengan menggunakan metode *Centroid*, sehingga diperoleh suatu nilai yang merupakan hasil prediksi laju inflasi umum *Month to Month* (Persamaan 2.8).
7. Melakukan *fitting* model inferensi *fuzzy* metode Mamdani untuk melakukan prediksi dengan menggunakan data *testing*.

B. Metode Sugeno

1. Membentuk himpunan *fuzzy* dari setiap variabel input (fuzzifikasi).

   Pembentukan himpunan *fuzzy* (proses fuzzifikasi) pada prediksi laju inflasi dilakukan dengan menggunakan variabel input. Adapun variabel input dari sistem inferensi *fuzzy* ini adalah:

   - Variabel Inflasi Harga Bahan Makanan (X_1) terdiri dari 2 himpunan *fuzzy*, yaitu: Rendah dan Tinggi.
   - Variabel Inflasi Harga Makanan jadi, Minuman, Rokok dan Tembakau (X_2) terdiri dari 2 himpunan *fuzzy*, yaitu: Rendah dan Tinggi.
   - Variabel Inflasi Harga Perumahan, Air, Listrik, Gas dan Bahan Bakar (X_3) terdiri dari 2 himpunan *fuzzy*, yaitu: Rendah dan Tinggi.
   - Variabel Inflasi Harga Sandang (X_4) terdiri dari 2 himpunan *fuzzy*, yaitu: Rendah dan Tinggi.

- Variabel Inflasi Harga Kesehatan (X_5) terdiri dari 2 himpunan *fuzzy*, yaitu: Rendah dan Tinggi
- Variabel Inflasi Harga Pendidikan, Rekreasi dan Olahraga (X_6) terdiri dari 2 himpunan *fuzzy*, yaitu: Rendah dan Tinggi.
- Variabel Inflasi Harga Transpor, Komunikasi dan Jasa Keuangan (X_7) terdiri dari 2 himpunan *fuzzy*, yaitu: Rendah dan Tinggi.

Sedangkan, variabel output adalah variabel Inflasi Umum *month to month* (Inflasi) yang berupa suatu persamaan linier (diperoleh melalui pendekatan dengan menggunakan persamaan dari regresi linier berganda dan rata-rata aritmatika)

2. Menentukan nilai/derajat keanggotaan himpunan *fuzzy* dengan menggunakan pendekatan fungsi keanggotaan representasi kurva Gauss pada data *training* (Persamaan 2.2).
3. Membentuk persamaan regresi linier berganda dari data inflasi Indonesia menurut kelompok komoditi, yang nantinya akan digunakan sebagai persamaan linier pada konsekuen dari aturan dasar *fuzzy* (*fuzzy rule base*).
4. Membentuk aturan dasar *fuzzy* (*fuzzy rule base*) berdasarkan himpunan *fuzzy* yang sudah terbentuk dari setiap variabel *fuzzy* dengan menggunakan bentuk fungsi implikasi IF-THEN, operator logika *fuzzy* AND, dan konsekuen berupa persamaan linier (dalam penelitian ini menggunakan persamaan regresi linier berganda dari data inflasi Indonesia menurut kelompok komoditi; dan rata-rata aritmatika dari rumus inflasi). Misalnya:
   Aturan 1: IF (X1 is Tinggi) AND (X2 is Tinggi) AND (X3 is Tinggi) AND (X4 is Tinggi) AND (X5 is Tinggi) AND (X6 is Tinggi) AND (X7 is Tinggi) THEN (Inflasi = $0{,}238X_1 + 0{,}173X_2 + 0{,}262X_3 + 0{,}077X_4 + 0{,}054X_5 + 0{,}050X_6 + 0{,}177X_7 – 0{,}016$).
5. Aplikasi aturan (fungsi implikasi) menggunakan persamaan (2.10) dengan menghitung nilai α-predikat (*fire strength*) dan z (output konsekuen aturan).

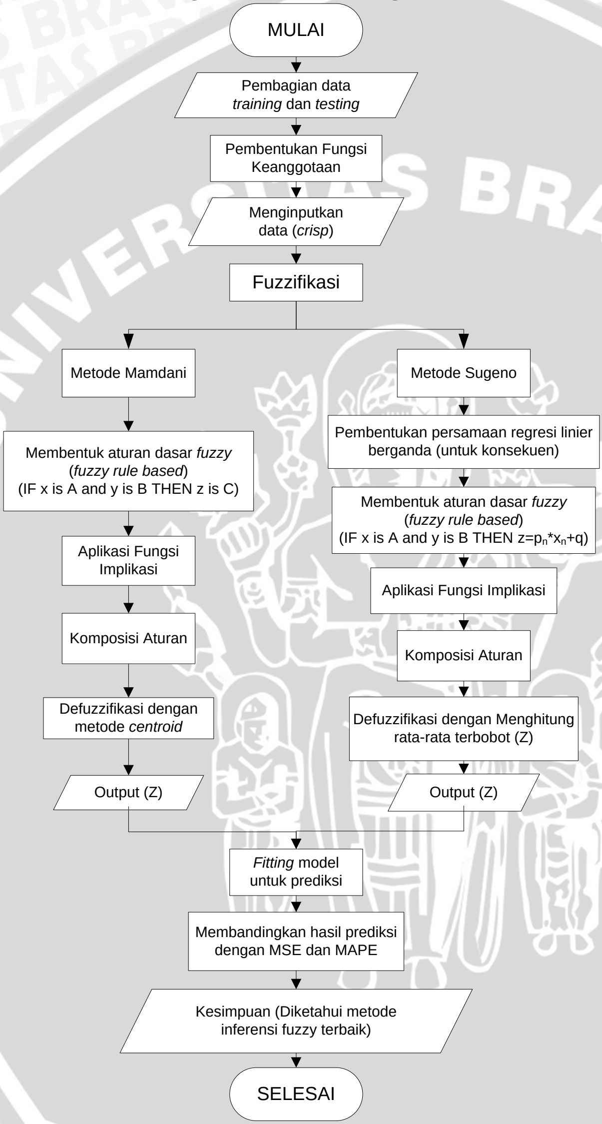
6. Melakukan komposisi aturan dan defuzzifikasi dengan menghitung rata-rata terbobot (*weighted average*) sesuai dengan persamaan (2.12).
7. Melakukan *fitting* model inferensi *fuzzy* metode Sugeno untuk melakukan prediksi dengan menggunakan data *testing*.

Setelah dilakukan fitting model *fuzzy* masing-masing metode, kita dapat mengetahui metode manakah yang lebih baik dalam melakukan prediksi terhadap besarnya laju inflasi, yaitu dengan melihat nilai MSE dan MAPE yang terkecil dari masing-masing metode. Metode inferensi *fuzzy* yang memiliki nilai MSE dan MAPE terkecil merupakan metode inferensi *fuzzy* yang lebih baik dalam melakukan prediksi.

Tahapan pengerjaan sistem inferensi *fuzzy* metode Mamdani dan metode Sugeno ini menggunakan *FIS Editor* pada *Fuzzy Logic Toolbox* dengan bantuan software *MATLAB 7.7 (R2008b)*. Sedangkan pengerjaan pembentukan persamaan regresi linier berganda menggunakan bantuan software *SPSS 18*.

3.3 Diagram Alir

Diagram alir perbandingan sistem inferensi *fuzzy* metode Mamdani dan metode Sugeno adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram alir perbandingan sistem inferensi *fuzzy* metode Mamdani dan metode Sugeno

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penentuan Variabel *Fuzzy* dan Semesta Pembicaraan

Tahap pertama yang harus dilakukan dalam membentuk sistem inferensi *fuzzy* adalah menentukan variabel *fuzzy* dan semesta pembicaraan. Variabel *fuzzy* adalah variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*, sedangkan semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*.

Pada penelitian ini, variabel *fuzzy* yang digunakan adalah inflasi umum *month to month* (Inflasi) sebagai output. Inflasi harga bahan makanan (X_1); inflasi harga makanan jadi, minuman, rokok dan tembakau (X_2); inflasi harga perumahan, air, listrik, gas dan bahan bakar (X_3); inflasi harga sandang (X_4); inflasi harga kesehatan (X_5); Inflasi harga pendidikan, rekreasi dan olahraga (X_6); dan inflasi harga transpor, komunikasi dan jasa keuangan (X_7) sebagai input. Penentuan semesta pembicaraan untuk masing-masing variabel *fuzzy* secara lebih ringkas dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil penentuan variabel *fuzzy* dan semesta pembicaraan

Fungsi	Variabel *Fuzzy*	Semesta Pembicaraan
Input	Inflasi Harga Bahan Makanan (X_1)	[-1,94 - 4,69]
	Inflasi Harga Makanan Jadi, Minuman, Rokok dan Tembakau (X_2)	[0,2 - 2,02]
	Inflasi Harga Perumahan, Air, Listrik, Gas, dan Bahan Bakar (X_3)	[-0,06 - 1,8]

Tabel 4.1 (lanjutan)

Fungsi	Variabel *Fuzzy*	Semesta Pembicaraan
Input	Inflasi Harga Sandang (X_4)	[-1,7 - 3,07]
	Inflasi Harga Kesehatan (X_5)	[0,06 - 1,88]
	Inflasi Harga Pendidikan, Rekreasi dan Olahraga (X_6)	[0,01 - 2,14]
	Inflasi Harga Transpor, Komunikasi dan Jasa Keuangan (X_7)	[-2,74 - 8,72]
Output	Inflasi Umum *Month To Month* (Inflasi)	[-0,32 - 2,46]

Pada input, variabel Inflasi Harga Bahan Makanan (X_1) memiliki semesta pembicaraan dari -1,94% hingga 4,69%; variabel Inflasi Harga Makanan Jadi, Minuman, Rokok dan Tembakau (X_2) memiliki semesta pembicaraan dari 0,2% hingga 2,02%; begitu pula seterusnya pada variabel lain. Sedangkan pada output, yaitu variabel Inflasi Umum *Month To Month* (Inflasi) memiliki semesta pembicaraan dari -0,32% hingga 2,46%.

Semesta pembicaraan pada masing-masing variabel *fuzzy* tersebut diperoleh dari nilai terkecil hingga nilai terbesar pada keseluruhan data *training* inflasi Indonesia menurut kelompok komoditi (barang dan jasa) dari tahun 2008 hingga tahun 2011.

Tahap awal memasukkan variabel-variabel *fuzzy* dalam rangkaian proses aplikasi sistem inferensi *fuzzy* metode Mamdani dan metode Sugeno pada *FIS Editor* Matlab dapat dilihat pada poin A Lampiran 4 dan 5. Sedangkan dalam menentukan semesta pembicaraan setiap variabel *fuzzy* pada Matlab dengan menggunakan *Membership Function Editor* dapat dilihat pada poin B hingga poin I Lampiran 4 dan 5.

4.2 Pembentukan Himpunan *Fuzzy* dan Domain *Fuzzy*

Setelah menentukan variabel *fuzzy* dan semesta pembicaraan, maka tahap selanjutnya adalah membentuk himpunan *fuzzy* dan menentukan domain dari setiap himpunan *fuzzy* yang terbentuk. Setiap variabel *fuzzy* pada input dibagi menjadi dua himpunan *fuzzy*, yaitu himpunan *fuzzy* Rendah dan himpunan *fuzzy* Tinggi. Pembagian himpunan *fuzzy* pada penelitian ini hanya berdasarkan asumsi saja. Pada umumnya para peneliti yang melakukan suatu prediksi dengan menggunakan logika *fuzzy* membagi menjadi dua, tiga, atau lima himpunan *fuzzy*.

Pada penelitian ini input terdiri dari tujuh variabel, oleh karena itu peneliti hanya menggunakan dua himpunan *fuzzy* saja. Domain pada himpunan *fuzzy* Rendah dan himpunan *fuzzy* Tinggi diperoleh dari nilai terkecil hingga nilai terbesar semesta pembicaraan. Pembentukan himpunan *fuzzy* beserta domainnya secara lebih ringkas dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil pembentukan himpunan *fuzzy* dan domain *fuzzy*

Fungsi	**Variabel Fuzzy**	**Himpunan Fuzzy**	**Domain Fuzzy**
Input	Inflasi Harga Bahan Makanan (X_1)	Rendah	[-1,94 - 4,69]
		Tinggi	[-1,94 - 4,69]
	Inflasi Harga Makanan Jadi, Minuman, Rokok dan Tembakau (X_2)	Rendah	[0,2 - 2,02]
		Tinggi	[0,2 - 2,02]
	Inflasi Harga Perumahan, Air, Listrik, Gas, dan Bahan Bakar (X_3)	Rendah	[-0,06 - 1,8]
		Tinggi	[-0,06 - 1,8]
	Inflasi Harga Sandang (X_4)	Rendah	[-1,7 - 3,07]
		Tinggi	[-1,7 - 3,07]
	Inflasi Harga Kesehatan (X_5)	Rendah	[0,06 - 1,88]
		Tinggi	[0,06 - 1,88]
	Inflasi Harga Pendidikan, Rekreasi dan Olahraga (X_6)	Rendah	[0,01 - 2,14]
		Tinggi	[0,01 - 2,14]

Tabel 4.2 (lanjutan)

Fungsi	Variabel Fuzzy	Himpunan Fuzzy	Domain Fuzzy
Input	Inflasi Harga Transpor, Komunikasi dan Jasa Keuangan (X_7)	Rendah	[-2,74 - 8,72]
		Tinggi	[-2,74 - 8,72]
Output	Inflasi Umum *Month To Month* (Inflasi)	Rendah	[-0,32 - 2,46]
		Tinggi	[-0,32 - 2,46]

Pembentukan himpunan *fuzzy* dan domain setiap himpunan *fuzzy* pada Matlab dengan menggunakan *Membership Function Editor* dapat dilihat pada poin B hingga poin I Lampiran 4 dan 5.

4.3 Pembentukan Fungsi Keanggotaan

Seteleh dibentuk himpunan *fuzzy* dan domainnya, maka selanjutnya akan dibentuk fungsi keanggotaan dari setiap himpunan *fuzzy*. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk menentukan nilai/derajat keanggotaan adalah melalui pendekatan fungsi. Pada penelitian ini, semua himpunan *fuzzy* setiap variabel *fuzzy* pada input direpresentasikan dengan menggunakan fungsi keanggotaan yang sama yaitu pendekatan fungsi representasi kurva Gauss. Hal ini dimaksudkan agar memudahkan peneliti di dalam melakukan prediksi dengan menggunakan logika *fuzzy*.

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa fungsi keanggotaan dengan kurva Gauss menggunakan dua parameter, yaitu c dan σ, dimana c merupakan nilai domain pada pusat kurva suatu himpunan fuzzy, sedangkan σ merupakan lebar kurva (standar deviasi) suatu himpunan fuzzy. Nilai titik pusat dan standar deviasi fungsi keanggotaan representasi kurva Gauss secara lebih ringkas dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Pembentukan fungsi keanggotaan untuk variabel input dan output menggunakan *Fuzzy Inference System Editor* (*FIS Editor*) dan *Membership Function Editor* yang ada pada *Fuzzy Logic Toolbox software* Matlab 7.7. Penentuan fungsi keanggotaan pada setiap himpunan *fuzzy* masing- masing variabel dengan menggunakan

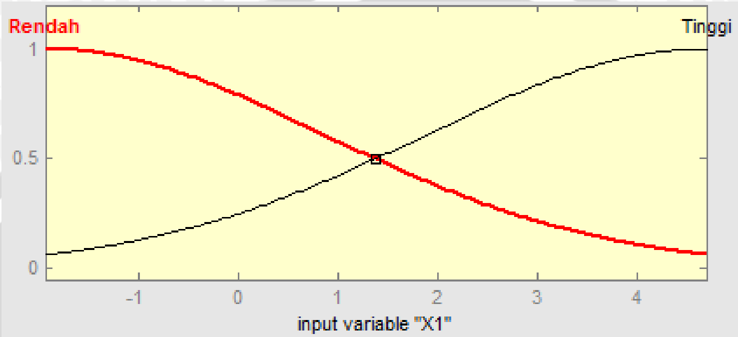
Membership Function Editor pada Matlab dapat dilihat pada poin B hingga poin I Lampiran 4 dan 5.

Tabel 4.3 Nilai titik pusat dan standar deviasi fungsi keanggotaan representasi kurva Gauss

Variabel Fuzzy	Himpunan Fuzzy	Titik Pusat	Standar Deviasi
Inflasi Harga Bahan Makanan (X_1)	Rendah	-1,94	2,816
	Tinggi	4,69	2,816
Inflasi Harga Makanan Jadi, Minuman, Rokok dan Tembakau (X_2)	Rendah	0,2	0,7729
	Tinggi	2,02	0,7729
Inflasi Harga Perumahan, Air, Listrik, Gas, dan Bahan Bakar (X_3)	Rendah	-0,06	0,7899
	Tinggi	1,8	0,7899
Inflasi Harga Sandang (X_4)	Rendah	-1,7	2,026
	Tinggi	3,07	2,026
Inflasi Harga Kesehatan (X_5)	Rendah	0,06	0,7729
	Tinggi	1,88	0,7729
Inflasi Harga Pendidikan, Rekreasi dan Olahraga (X_6)	Rendah	0,01	0,9045
	Tinggi	2,14	0,9045
Inflasi Harga Transpor, Komunikasi dan Jasa Keuangan (X_7)	Rendah	-2,74	4,867
	Tinggi	8,72	4,867
Inflasi Umum *Month To Month* (Inflasi)	Rendah	-0,32	1,181
	Tinggi	2,46	1,181

a. Fungsi Keanggotaan untuk Variabel Inflasi Harga Bahan Makanan (X_1) dengan domain [-1,94 4,69]

Pada variabel inflasi harga bahan makanan (X_1) dibentuk dua himpunan *fuzzy*, yaitu himpunan *fuzzy* Rendah dan Tinggi. Untuk merepresentasikan himpunan *fuzzy* Rendah dan Tinggi digunakan bentuk kurva Gauss. Plot fungsi keanggotaan dari variabel inflasi harga bahan makanan (X_1) dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Plot fungsi keanggotaan variabel Inflasi Harga Bahan Makanan (X_1)

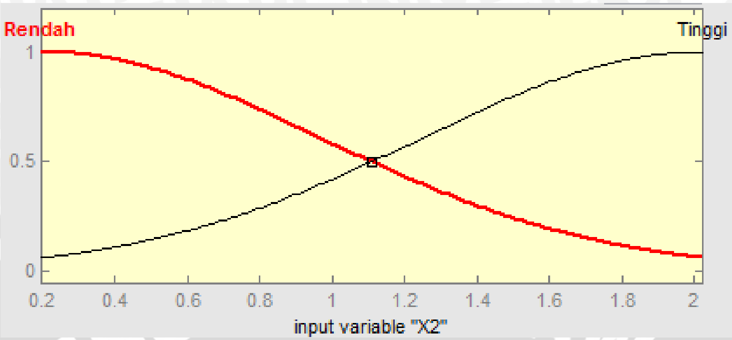
Dimana sumbu horizontal merupakan nilai input dari variabel inflasi harga bahan makanan (X_1) dan sumbu vertikal merupakan tingkat keanggotaan dari nilai input.
Dengan fungsi keanggotaan adalah sebagai berikut:

$$\mu_{Rendah} = G\,(x; 2{,}816; -1{,}94) = e^{\frac{-(x-(-1{,}94))^2}{2(2{,}816)^2}}$$

$$\mu_{Tinggi} = G\,(x; 2{,}816;\ 4{,}69) = e^{\frac{-(x-4{,}69)^2}{2(2{,}816)^2}} \qquad (4.1)$$

b. Fungsi Keanggotaan untuk Variabel Inflasi Harga Makanan Jadi, Minuman, Rokok dan Tembakau (X_2) dengan domain [0,2 2,02]

Pada variabel inflasi harga makanan jadi, minuman, rokok dan tembakau (X_2) dibentuk dua himpunan *fuzzy*, yaitu himpunan *fuzzy* Rendah dan Tinggi. Untuk merepresentasikan himpunan *fuzzy* Rendah dan Tinggi digunakan bentuk kurva Gauss. Plot fungsi keanggotaan dari variabel inflasi harga makanan jadi, minuman, rokok dan tembakau (X_2) dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Plot fungsi keanggotaan variabel Inflasi Harga Makanan Jadi, Minuman, Rokok dan Tembakau (X_2)

Dimana sumbu horizontal merupakan nilai input dari variabel inflasi harga makanan jadi, minuman, rokok dan tembakau (X_2) dan sumbu vertikal merupakan tingkat keanggotaan dari nilai input.

Dengan fungsi keanggotaan adalah sebagai berikut:

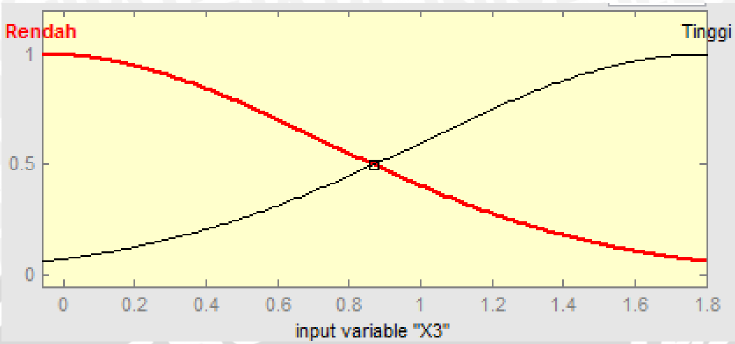
$$\mu_{Rendah} = G\ (x; 0{,}7729; 0{,}2) = e^{\frac{-(x-0{,}2)^2}{2(0{,}7729)^2}}$$

$$\mu_{Tinggi} = G\ (x; 0{,}7729;\ 2{,}02) = e^{\frac{-(x-2{,}02)^2}{2(0{,}7729)^2}}$$

(4.2)

c. Fungsi Keanggotaan untuk Variabel Inflasi Harga Perumahan, Air, Listrik, Gas dan Bahan Bakar (X_3) dengan domain [-0,06 1,8]

Pada variabel inflasi harga perumahan, air, listrik, gas dan bahan bakar (X_3) dibentuk dua himpunan *fuzzy*, yaitu himpunan *fuzzy* Rendah dan Tinggi. Untuk merepresentasikan himpunan *fuzzy* Rendah dan Tinggi digunakan bentuk kurva Gauss. Plot fungsi keanggotaan dari variabel inflasi harga perumahan, air, listrik, gas dan bahan bakar (X_3) dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Plot fungsi keanggotaan variabel Inflasi Harga Perumahan, Air, Listrik, Gas dan Bahan Bakar (X_3)

Dimana sumbu horizontal merupakan nilai input dari variabel inflasi harga perumahan, air, listrik, gas dan bahan bakar (X_3) dan sumbu vertikal merupakan tingkat keanggotaan dari nilai input.

Dengan fungsi keanggotaan adalah sebagai berikut:

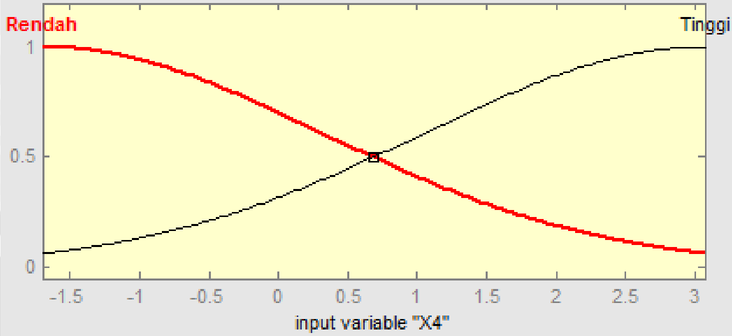
$$\mu_{Rendah} = G\,(x; 0{,}7899; -0{,}06) = e^{\frac{-(x-(-0{,}06))^2}{2(0{,}7899)^2}}$$

$$\mu_{Tinggi} = G\,(x; 0{,}7899;\ 1{,}8) = e^{\frac{-(x-1{,}8)^2}{2(0{,}7899)^2}}$$

(4.3)

d. Fungsi Keanggotaan untuk Variabel Inflasi Harga Sandang (X_4) dengan domain [-1,7 3,07]

Pada variabel inflasi harga sandang (X_4) dibentuk dua himpunan *fuzzy*, yaitu himpunan *fuzzy* Rendah dan Tinggi. Untuk merepresentasikan himpunan *fuzzy* Rendah dan Tinggi digunakan bentuk kurva Gauss. Plot fungsi keanggotaan dari variabel inflasi harga sandang (X_4) dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Plot fungsi keanggotaan variabel Inflasi Harga Sandang (X_4)

Dimana sumbu horizontal merupakan nilai input dari variabel inflasi harga sandang (X_4) dan sumbu vertikal merupakan tingkat keanggotaan dari nilai input.

Dengan fungsi keanggotaan adalah sebagai berikut:

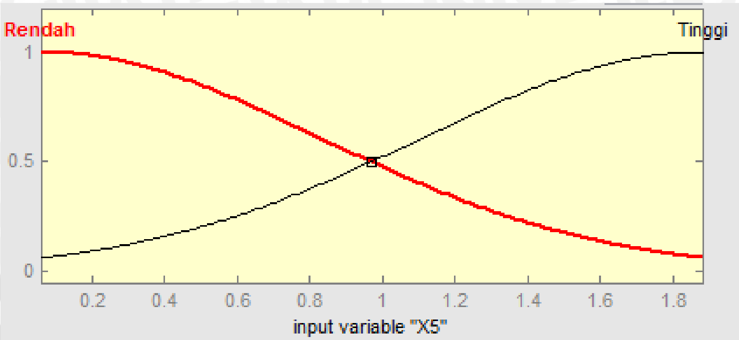
$$\mu_{Rendah} = G\,(x; 2{,}026; -1{,}7) = e^{\frac{-(x-(-(-1{,}7))^2}{2(2{,}026)^2}}$$

$$\mu_{Tinggi} = G\,(x; 2{,}026;\ 3{,}07) = e^{\frac{-(x-3{,}07)^2}{2(2{,}026)^2}}$$

(4.4)

e. Fungsi Keanggotaan untuk Variabel Inflasi Harga Kesehatan (X_5) dengan domain [0,06 1,88]

Pada variabel inflasi harga kesehatan (X_5) dibentuk dua himpunan *fuzzy*, yaitu himpunan *fuzzy* Rendah dan Tinggi. Untuk merepresentasikan himpunan *fuzzy* Rendah dan Tinggi digunakan bentuk kurva Gauss. Plot fungsi keanggotaan dari variabel inflasi harga kesehatan (X_5) dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Plot fungsi keanggotaan variabel Inflasi Harga Kesehatan (X_5)

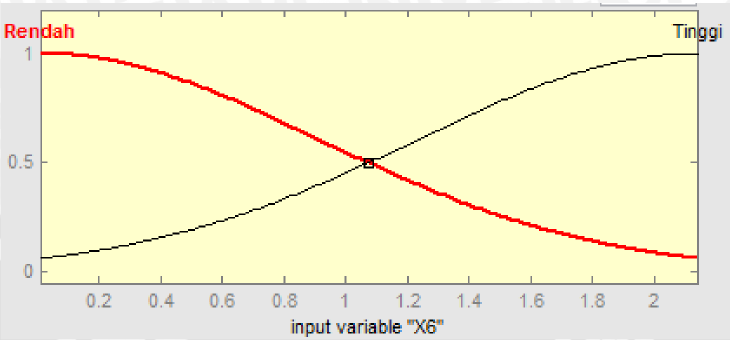
Dimana sumbu horizontal merupakan nilai input dari variabel inflasi harga kesehatan (X_5) dan sumbu vertikal merupakan tingkat keanggotaan dari nilai input.
Dengan fungsi keanggotaan adalah sebagai berikut:

$$\mu_{Rendah} = G\,(x; 0{,}7729; 0{,}06) = e^{\frac{-(x-0{,}06)^2}{2(0{,}7729)^2}}$$

$$\mu_{Tinggi} = G\,(x; 0{,}7729;\ 1{,}88) = e^{\frac{-(x-1{,}88)^2}{2(0{,}7729)^2}} \tag{4.5}$$

f. Fungsi Keanggotaan untuk Variabel Inflasi Harga Pendidikan, Rekreasi dan Olahraga (X_6) dengan domain [0,01 2,14]

Pada variabel inflasi harga pendidikan, rekreasi dan olahraga (X_6) dibentuk dua himpunan *fuzzy*, yaitu himpunan *fuzzy* Rendah dan Tinggi. Untuk merepresentasikan himpunan *fuzzy* Rendah dan Tinggi digunakan bentuk kurva Gauss. Plot fungsi keanggotaan dari variabel inflasi harga pendidikan, rekreasi dan olahraga (X_6) dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Plot fungsi keanggotaan variabel Inflasi Harga Pendidikan, Rekreasi dan Olahraga (X_6)

Dimana sumbu horizontal merupakan nilai input dari variabel inflasi harga pendidikan, rekreasi dan olahraga (X_6) dan sumbu vertikal merupakan tingkat keanggotaan dari nilai input.
Dengan fungsi keanggotaan adalah sebagai berikut:

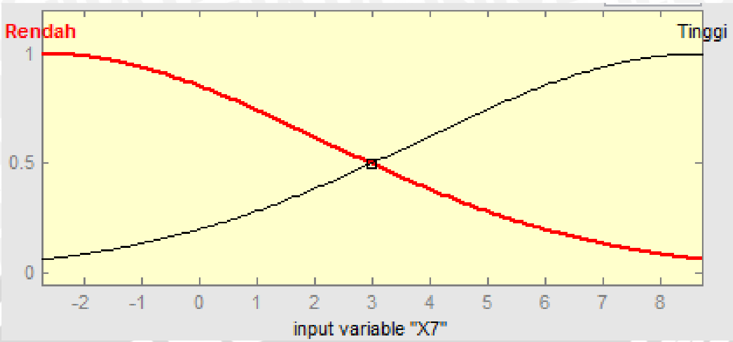
$$\mu_{Rendah} = G\,(x; 0{,}9045; 0{,}01) = e^{\frac{-(x-0{,}01)^2}{2(0{,}9045)^2}}$$

$$\mu_{Tinggi} = G\,(x; 0{,}9045;\ 2{,}14) = e^{\frac{-(x-2{,}14)^2}{2(0{,}9045)^2}}$$

(4.6)

g. Fungsi Keanggotaan untuk Variabel Inflasi Harga Transpor, Komunikasi dan Jasa keuangan (X_7) dengan domain [-2,74 8,72]

Pada variabel inflasi harga transpor, komunikasi dan jasa keuangan (X_7) dibentuk dua himpunan *fuzzy*, yaitu himpunan *fuzzy* Rendah dan Tinggi. Untuk merepresentasikan himpunan *fuzzy* Rendah dan Tinggi digunakan bentuk kurva Gauss. Plot fungsi keanggotaan dari variabel inflasi harga transpor, komunikasi dan jasa keuangan (X_7) dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Plot fungsi keanggotaan variabel Inflasi Harga Transpor, Komunikasi dan Jasa Keuangan (X_7)

Dimana sumbu horizontal merupakan nilai input dari variabel inflasi harga transpor, komunikasi dan jasa keuangan (X_7) dan sumbu vertikal merupakan tingkat keanggotaan dari nilai input.
Dengan fungsi keanggotaan adalah sebagai berikut:

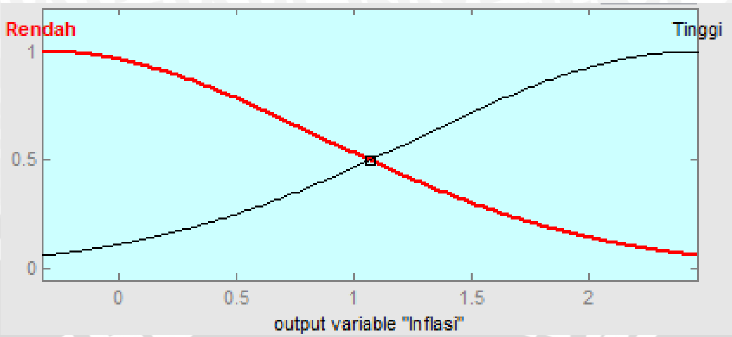
$$\mu_{Renda\ h} = G\ (x; 4{,}867; -2{,}74) = e^{\frac{-(x-(-2{,}74))^2}{2(4{,}867)^2}}$$

$$\mu_{Tinggi} = G\ (x; 4{,}867;\ 8{,}72) = e^{\frac{-(x-8{,}72)^2}{2(4{,}867)^2}}$$

(4.7)

h. Fungsi Keanggotaan untuk Variabel Inflasi Umum *Month To Month* (Inflasi) dengan domain [-0,32 2,46]

Pada variabel inflasi umum *month to month* (Inflasi) dibentuk dua himpunan *fuzzy*, yaitu himpunan *fuzzy* Rendah dan Tinggi. Untuk merepresentasikan himpunan *fuzzy* Rendah dan Tinggi digunakan bentuk kurva Gauss. Plot fungsi keanggotaan dari variabel inflasi umum *month to month* (Inflasi) dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4.8 Plot fungsi keanggotaan variabel Inflasi Umum *Month To Month* (Inflasi)

Dimana sumbu horizontal merupakan nilai input dari variabel inflasi umum *month to month* (Inflasi) dan sumbu vertikal merupakan tingkat keanggotaan dari nilai input.
Dengan fungsi keanggotaan adalah sebagai berikut:

$$\mu_{Rendah} = G\,(x; 1{,}181; -0{,}32) = e^{\frac{-(x-(-0{,}32))^2}{2(1{,}181)^2}}$$

$$\mu_{Tinggi} = G\,(x; 1{,}181;\ 2{,}46) = e^{\frac{-(x-2{,}46)^2}{2(1{,}181)^2}} \quad (4.8)$$

Setelah pembentukan fungsi keanggotaan pada masing-masing variabel, input yang berupa nilai *crisp* akan diubah ke dalam bentuk *fuzzy* yaitu dengan menentukan derajat keanggotaan nilai input pada sebuah himpunan *fuzzy*, proses ini dinamakan fuzzifikasi.

4.4 Pembentukan Persamaan Linier Regresi Berganda

Pembentukan persamaan regresi linier berganda pada penelitian ini bertujuan untuk membentuk suatu persamaan linier dari data inflasi Indonesia menurut kelompok komoditi yang nantinya akan digunakan sebagai persamaan linier pada bagian konsekuen dalam aturan dasar *fuzzy* metode Sugeno. Data yang digunakan untuk membentuk persamaan regresi linier berganda pada penelitian ini adalah data *training* dari data inflasi Indonesia menurut kelompok komoditi. Persamaan regresi linier berganda yang terbentuk dari data inflasi Indonesia menurut kelompok komoditi yaitu:

$$\text{Inflasi} = -0{,}016 + 0{,}238X_1 + 0{,}173X_2 + 0{,}262X_3 + 0{,}077X_4 + 0{,}054X_5 + 0{,}050X_6 + 0{,}177X_7$$

Setelah diperoleh persamaan regresi linier berganda, maka perlu dilakukan pengujian parameter dari persamaan regresi untuk mengetahui pengaruh variabel prediktor terhadap variabel respon.

Tabel 4.4 Pengujian parameter regresi

Parameter	$\|t_{hitung}\|$	t_{tabel}	F_{hitung}	F_{tabel}
b_0	-1,868	1,684	3011,808	2,54
b_1	70,122	1,684		
b_2	13,713	1,684		
b_3	24,416	1,684		
b_4	16,436	1,684		
b_5	4,069	1,684		
b_6	5,781	1,684		
b_7	64,068	1,684		

Tabel 4.4 menunjukkan hasil pengujian parameter persamaan regresi linier berganda dari data inflasi Indonesia menurut kelompok komoditi. Berdasarkan Tabel 4.4, ditunjukkan bahwa nilai $|t_{hitung}|$ yang diperoleh dari parameter b_1, b_2, b_3 hingga b_7 lebih besar dari t_{tabel}, sehingga secara individu semua variabel prediktor X_1 hingga X_7 pengaruhnya signifikan terhadap variabel respon Inflasi. Sedangkan F_{hitung} yang diperoleh juga lebih besar dari F_{tabel}, sehingga secara bersama-sama semua variabel prediktor X_1 hingga X_7 pengaruhnya signifikan terhadap variabel respon Inflasi.

Berdasarkan output software SPSS, diperoleh nilai koefisien determinasi R^2 adalah sebesar 0,998. Dengan kata lain, persamaan regresi yang diperoleh dari data inflasi Indonesia menurut kelompok komoditi dapat menjelaskan keragaman data sebesar 99,8%.

Output persamaan regresi yang diperoleh dari data inflasi Indonesia menurut kelompok komoditi dengan menggunakan SPSS dapat dilihat pada Lampiran 2.

Berdasarkan hasil pengujian parameter dan nilai koefisien determinasi tersebut, dapat dikatakan bahwa persamaan regresi yang diperoleh dari data inflasi Indonesia menurut kelompok komoditi adalah model yang baik, sehingga persamaan regresi tersebut dapat digunakan sebagai persamaan linier pada sistem inferensi *fuzzy* metode Sugeno dalam memprediksi laju inflasi. Sedangkan hasil pengujian asumsi terhadap persamaan regresi linier berganda data inflasi Indonesia menurut kelompok komoditi dijelaskan sebagai berikut:

4.4.1 Asumsi Linieritas

Pengujian asumsi linieritas dapat dilihat dari persamaan regresi linier berganda yang terbentuk. Persamaan regresi linier berganda yang terbentuk dari data inflasi Indonesia menurut kelompok komoditi yaitu :

$$Y = -0{,}016 + 0{,}238X_1 + 0{,}173X_2 + 0{,}262X_3 + 0{,}077X_4 + 0{,}054X_5 + 0{,}050X_6 + 0{,}177X_7$$

Persamaan regresi dari data inflasi Indonesia menurut kelompok komoditi tersebut linier dalam parameternya. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa asumsi linieritas dari persamaan regresi linier berganda data inflasi Indonesia menurut kelompok komoditi terpenuhi.

4.4.2 Asumsi Kenormalan Galat

Pengujian asumsi kenormalan galat pada penelitian ini menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov. Berdasarkan hasil uji Kolmogorov-Smirnov, persamaan regresi linier berganda dari data inflasi Indonesia menurut kelompok komoditi memiliki *p-value* sebesar 0,951 atau lebih besar dari α (0,05), sehingga keputusannya terima H_0, atau dengan kata lain galat menyebar normal. Output hasil uji Kolmogorov-Smirnov dengan menggunakan SPSS dapat dilihat pada poin A Lampiran 3.

4.4.3 Asumsi Kehomogenan Ragam Galat

Pengujian asumsi kehomogenan ragam galat pada penelitian ini menggunakan uji Glejser. Berdasarkan hasil uji Glejser, persamaan regresi linier berganda dari data inflasi Indonesia menurut kelompok komoditi tidak semua koefisien regresi β_i signifikan secara statistik, sehingga dapat dikatakan bahwa asumsi kehomogenan ragam galat terpenuhi. Output hasil uji Glejser dengan menggunakan SPSS dapat dilihat pada poin B Lampiran 3.

4.4.4 Asumsi Non-Multikolinieritas

Pengujian asumsi non-multikolinieritas pada penelitian ini menggunakan nilai VIF (*Variance Inflating Factor*). Nilai VIF yang diperoleh dari persamaan regresi linier berganda data inflasi Indonesia menurut kelompok komoditi setiap variabel penjelas X_i lebih kecil dari 10. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa tidak terdapat multikolinieritas dari persamaan regresi linier berganda pada data inflasi Indonesia menurut kelompok komoditi. Output nilai VIF untuk pengujian asumsi non-multikolinieritas pada penelitian ini dapat dilihat pada poin C Lampiran 3.

4.5 Pembentukan Aturan Dasar *Fuzzy (Fuzzy Rule Base)*

Setelah pembentukan himpunan *fuzzy*, maka dilakukan pembentukan aturan dasar *fuzzy*. Aturan-aturan dibentuk untuk menyatakan relasi antara input dan output. Tiap aturan merupakan suatu implikasi. Operator yang digunakan untuk menghubungkan antara dua input adalah operator AND, dan yang memetakan antara input-output adalah IF-THEN. Proposisi yang mengikuti IF disebut anteseden, sedangkan proposisi yang mengikuti THEN disebut konsekuen. Operator logika *fuzzy* AND berhubungan dengan operasi pada himpunan yang diperoleh dengan mengambil nilai/derajat keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan *fuzzy* yang bersangkutan.

Berdasarkan jumlah 7 variabel input dengan masing-masing 2 himpunan fuzzy, maka diperoleh kombinasi 128 aturan. Pada metode Mamdani, konsekuen berupa himpunan fuzzy. Sedangkan pada metode Sugeno, konsekuen berupa persamaan linier yang diperoleh dari persamaan hasil regresi linier berganda. Pembentukan aturan dasar *fuzzy* ini dilakukan dengan menggunakan GUI *Rule*

Editor pada *Fuzzy Logic Toolbox* dengan bantuan *software* Matlab versi 7.7. GUI *Rule Editor* metode Mamdani dan metode Sugeno pada Matlab dapat dilihat pada poin J Lampiran 4; dan poin K dan L Lampiran 5.

Aturan dasar *fuzzy* yang terbentuk untuk metode Mamdani adalah sebagai berikut :

Aturan 1: IF (X1 is Rendah) AND (X2 is Rendah) AND (X3 is Rendah) AND (X4 is Rendah) AND (X5 is Rendah) AND (X6 is Rendah) AND (X7 is Rendah) THEN (Inflasi is Rendah).

Aturan 2: IF (X1 is Rendah) AND (X2 is Rendah) AND (X3 is Rendah) AND (X4 is Rendah) AND (X5 is Rendah) AND (X6 is Rendah) AND (X7 is Tinggi) THEN (Inflasi is Rendah).

Aturan 3: IF (X1 is Rendah) AND (X2 is Rendah) AND (X3 is Rendah) AND (X4 is Rendah) AND (X5 is Rendah) AND (X6 is Tinggi) AND (X7 is Rendah) THEN (Inflasi is Rendah).

.

.

.

Aturan 128: IF (X1 is Tinggi) AND (X2 is Tinggi) AND (X3 is Tinggi AND (X4 is Tinggi) AND (X5 is Tinggi) AND (X6 is Tinggi) AND (X7 is Tinggi) THEN (Inflasi is Tinggi).

Aturan dasar *fuzzy* yang terbentuk untuk metode Sugeno dengan konsekuen menggunakan pendekatan regresi linier berganda adalah sebagai berikut :

Aturan 1: IF (X1 is Rendah) AND (X2 is Rendah) AND (X3 is Rendah) AND (X4 is Rendah) AND (X5 is Rendah) AND (X6 is Rendah) AND (X7 is Rendah) THEN (Inflasi = $0{,}238X_1 + 0{,}173X_2 + 0{,}262X_3 + 0{,}077X_4 + 0{,}054X_5 + 0{,}050X_6 + 0{,}177X_7 – 0{,}016$).

Aturan 2: IF (X1 is Rendah) AND (X2 is Rendah) AND (X3 is Rendah) AND (X4 is Rendah) AND (X5 is Rendah) AND (X6 is Rendah) AND (X7 is Tinggi) THEN (Inflasi =

$0{,}238X_1 + 0{,}173X_2 + 0{,}262X_3 + 0{,}077X_4 + 0{,}054X_5 + 0{,}050X_6 + 0{,}177X_7 – 0{,}016$).

Aturan 3: IF (X1 is Rendah) AND (X2 is Rendah) AND (X3 is Rendah) AND (X4 is Rendah) AND (X5 is Rendah) AND (X6 is Tinggi) AND (X7 is Rendah) THEN (Inflasi = $0{,}238X_1 + 0{,}173X_2 + 0{,}262X_3 + 0{,}077X_4 + 0{,}054X_5 + 0{,}050X_6 + 0{,}177X_7 – 0{,}016$).

.
.
.

Aturan 128: IF (X1 is Tinggi) AND (X2 is Tinggi) AND (X3 is Tinggi AND (X4 is Tinggi) AND (X5 is Tinggi) AND (X6 is Tinggi) AND (X7 is Tinggi) THEN (Inflasi = $0{,}238X_1 + 0{,}173X_2 + 0{,}262X_3 + 0{,}077X_4 + 0{,}054X_5 + 0{,}050X_6 + 0{,}177X_7 – 0{,}016$).

Aturan dasar *fuzzy* yang terbentuk untuk metode Sugeno dengan konsekuen menggunakan pendekatan rata-rata aritmatika adalah sebagai berikut :

Aturan 1: IF (X1 is Rendah) AND (X2 is Rendah) AND (X3 is Rendah) AND (X4 is Rendah) AND (X5 is Rendah) AND (X6 is Rendah) AND (X7 is Rendah) THEN (Inflasi = $0{,}1428X_1 + 0{,}1428X_2 + 0{,}1428X_3 + 0{,}1428X_4 + 0{,}1428X_5 + 0{,}1428X_6 + 0{,}1428X_7 + 0$).

Aturan 2: IF (X1 is Rendah) AND (X2 is Rendah) AND (X3 is Rendah) AND (X4 is Rendah) AND (X5 is Rendah) AND (X6 is Rendah) AND (X7 is Tinggi) THEN (Inflasi = $0{,}1428X_1 + 0{,}1428X_2 + 0{,}1428X_3 + 0{,}1428X_4 + 0{,}1428X_5 + 0{,}1428X_6 + 0{,}1428X_7 + 0$).

Aturan 3: IF (X1 is Rendah) AND (X2 is Rendah) AND (X3 is Rendah) AND (X4 is Rendah) AND (X5 is Rendah) AND (X6 is Tinggi) AND (X7 is Rendah) THEN (Inflasi = $0{,}1428X_1 + 0{,}1428X_2 + 0{,}1428X_3 + 0{,}1428X_4 + 0{,}1428X_5 + 0{,}1428X_6 + 0{,}1428X_7 + 0$).

.
.
.

Aturan 128: IF (X1 is Tinggi) AND (X2 is Tinggi) AND (X3 is Tinggi AND (X4 is Tinggi) AND (X5 is Tinggi) AND (X6 is Tinggi) AND (X7 is Tinggi) THEN (Inflasi = $0{,}1428X_1 + 0{,}1428X_2 + 0{,}1428X_3 + 0{,}1428X_4 + 0{,}1428X_5 + 0{,}1428X_6 + 0{,}1428X_7 + 0$).

4.6 Sistem Inferensi *Fuzzy* Metode Mamdani

Pada metode Mamdani, untuk mendapatkan output diperlukan empat tahapan, yaitu :

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

Dalam penelitian ini, sistem inferensi *fuzzy* digunakan untuk memprediksi laju inflasi. Input dari prediksi laju inflasi ini adalah inflasi harga bahan makanan (X_1); inflasi harga makanan jadi, minuman, rokok dan tembakau (X_2); inflasi harga perumahan, air, listrik, gas dan bahan bakar (X_3); inflasi harga sandang (X_4); inflasi harga kesehatan (X_5); Inflasi harga pendidikan, rekreasi dan olahraga (X_6); dan inflasi harga transpor, komunikasi dan jasa keuangan (X_7). Output dari prediksi laju inflasi ini adalah inflasi umum *month to month* (Inflasi). Berikut adalah penerapan sistem inferensi fuzzy metode Mamdani dalam menghitung besarnya laju inflasi.

Dari data *testing* inflasi Indonesia menurut kelompok komoditi (data tahun 2012), dapat diketahui pada bulan Januari 2012 terjadi inflasi harga bahan makanan (X_1) sebesar 1,85%; inflasi harga makanan jadi, minuman, rokok dan tembakau (X_2) sebesar 0,65%; inflasi harga perumahan, air, listrik, gas dan bahan bakar (X_3) sebesar 0,54%; inflasi harga sandang (X_4) sebesar -0,08%; inflasi harga kesehatan (X_5) sebesar 0,51%; Inflasi harga pendidikan, rekreasi dan olahraga (X_6) sebesar 0,15%; dan inflasi harga transpor, komunikasi dan jasa keuangan (X_7) sebesar 0,23%. Dengan sistem inferensi *fuzzy* metode Mamdani akan diprediksi besarnya laju inflasi umum pada bulan tersebut.

Langkah 1. Menentukan nilai keanggotaan

Nilai keanggotaan dari setiap input pada masing masing variabel diperoleh berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah dibuat pada tahap sebelumnya.

$$\mu_{X1\ Rendah}\ (1,85) = G\ (1,85; 2,816; -1,94) = e^{\frac{-\left(1,85-(-1,94)\right)^2}{2(2,816)^2}} = 0,404$$

$$\mu_{X1\ Tinggi}\ (1,85) = G\ (1,85; 2,816; 4,69) = e^{\frac{-(1,85-4,69)^2}{2(2,816)^2}} = 0,601$$

$$\mu_{X2\ Rendah}\ (0,65) = G\ (0,65; 0,7729; 0,2) = e^{\frac{-(0,65-0,2)^2}{2(0,7729)^2}} = 0,844$$

$$\mu_{X2\ Tinggi}\ (0,65) = G\ (0,65; 0,7729; 2,02) = e^{\frac{-(0,65-2,02)^2}{2(0,7729)^2}} = 0,208$$

$$\mu_{X3\ Rendah}\ (0,54) = G\ (0,54; 0,7899; -0,06) = e^{\frac{-(0,54-(-0,06))^2}{2(0,7899)^2}} = 0,749$$

$$\mu_{X3\ Tinggi}\ (0,54) = G\ (0,54; 0,7899; 1,8) = e^{\frac{-(0,54-1,8)^2}{2(0,7899)^2}} = 0,28$$

$$\mu_{X4\ Rendah}\ (-0,08) = G\ (-0,08; 2,026; -1,7) = e^{\frac{-(-0,08-(-1,7))^2}{2(2,026)^2}} = 0,726$$

$$\mu_{X4\ Tinggi}\ (-0,08) = G\ (-0,08; 2,026; 3,07) = e^{\frac{-(-0,08-3,07)^2}{2(2,026)^2}} = 0,299$$

$$\mu_{X5\ Rendah}\ (0,51) = G\ (0,51; 0,7729; 0,06) = e^{\frac{-(0,51-0,06)^2}{2(0,7729)^2}} = 0,844$$

$$\mu_{X5\ Tinggi}\ (0,51) = G\ (0,51; 0,7729; 1,88) = e^{\frac{-(0,51-1,88)^2}{2(0,7729)^2}} = 0,208$$

$$\mu_{X6\ Rendah}\ (0,15) = G\ (0,15; 0,9045; 0,01) = e^{\frac{-(0,15-0,01)^2}{2(0,9045)^2}} = 0,988$$

$$\mu_{X6\ Tinggi}\ (0{,}15) = G\ (0{,}15; 0{,}9045; 2{,}14) = e^{\frac{-(0{,}15-2{,}14)^2}{2(0{,}9045)^2}}$$
$$= 0{,}089$$

$$\mu_{X7\ Rendah}\ (0{,}23) = G\ (0{,}23; 4{,}867; -2{,}74) = e^{\frac{-(0{,}23-(-2{,}74))^2}{2(4{,}867)^2}}$$
$$= 0{,}83$$

$$\mu_{X7\ Tinggi}\ (0{,}23) = G\ (0{,}23; 4{,}867; 8{,}72) = e^{\frac{-(0{,}23-8{,}72)^2}{2(4{,}867)^2}}$$
$$= 0{,}218$$

Langkah 2. Aplikasi fungsi implikasi dengan menghitung nilai α-predikat (α_i)

Fungsi implikasi yang digunakan dalam proses ini adalah fungsi MIN, yaitu dengan mengambil tingkat keanggotaan yang minimum dari variabel input sebagai outputnya. Berdasarkan aturan-aturan yang sesuai dengan kondisi tersebut maka diperoleh:

Aturan 1: IF (X1 is Rendah) AND (X2 is Rendah) AND (X3 is Rendah) AND (X4 is Rendah) AND (X5 is Rendah) AND (X6 is Rendah) AND (X7 is Rendah) THEN (Inflasi is Rendah).

Nilai α-predikat diperoleh dengan menggunakan fungsi minimum.

$$\alpha_1 = \mu_{X1\ Rendah} \cap \mu_{X2\ Rendah} \cap \mu_{X3\ Rendah} \cap \mu_{X4\ Rendah}$$
$$\mu_{X5\ Rendah} \cap \mu_{X6\ Rendah} \cap \mu_{X7\ Rendah}$$
$$= \min(\mu_{X1\ Rendah}, \mu_{X2\ Rendah}, \mu_{X3\ Rendah}, \mu_{X4\ Rendah}$$
$$\mu_{X5\ Rendah}, \mu_{X6\ Rendah}, \mu_{X7\ Rendah})$$
$$= \min\ (0{,}404; 0{,}844; 0{,}749; 0{,}726; 0{,}844; 0{,}988; 0{,}83)$$
$$= 0{,}404$$

Aturan 2: IF (X1 is Rendah) AND (X2 is Rendah) AND (X3 is Rendah) AND (X4 is Rendah) AND (X5 is Rendah) AND (X6 is Rendah) AND (X7 is Tinggi) THEN (Inflasi is Rendah).

Nilai α-predikat diperoleh dengan menggunakan fungsi minimum.

$$\alpha_2 = \mu_{X1\ Rendah} \cap \mu_{X2\ Rendah} \cap \mu_{X3\ Rendah} \cap \mu_{X4\ Rendah}$$
$$\mu_{X5\ Rendah} \cap \mu_{X6\ Rendah} \cap \mu_{X7\ Tinggi}$$
$$= \min(\mu_{X1\ Rendah}, \mu_{X2\ Rendah}, \mu_{X3\ Rendah}, \mu_{X4\ Rendah}$$
$$\mu_{X5\ Rendah}, \mu_{X6\ Rendah}, \mu_{X7\ Tinggi})$$

$= \min\ (0{,}404; 0{,}844; 0{,}749; 0{,}726; 0{,}844; 0{,}988; 0{,}218)$
$= 0{,}218$

Aturan 3: IF (X1 is Rendah) AND (X2 is Rendah) AND (X3 is Rendah) AND (X4 is Rendah) AND (X5 is Rendah) AND (X6 is Tinggi) AND (X7 is Rendah) THEN (Inflasi is Rendah).

Nilai α-predikat diperoleh dengan menggunakan fungsi minimum.

$$\alpha_3 = \mu_{X1\ Rendah} \cap \mu_{X2\ Rendah} \cap \mu_{X3\ Rendah} \cap \mu_{X4\ Rendah}$$
$$\mu_{X5\ Rendah} \cap \mu_{X6\ Tinggi} \cap \mu_{X7\ Rendah}$$
$$= \min(\mu_{X1\ Rendah}, \mu_{X2\ Rendah}, \mu_{X3\ Renda\ h}, \mu_{X4\ Rendah}$$
$$\mu_{X5\ Rendah}, \mu_{X6\ Tinggi}, \mu_{X7\ Rendah})$$
$$= \min\ (0{,}404; 0{,}844; 0{,}749; 0{,}726; 0{,}844; 0{,}089; 0{,}83)$$
$$= 0{,}089$$

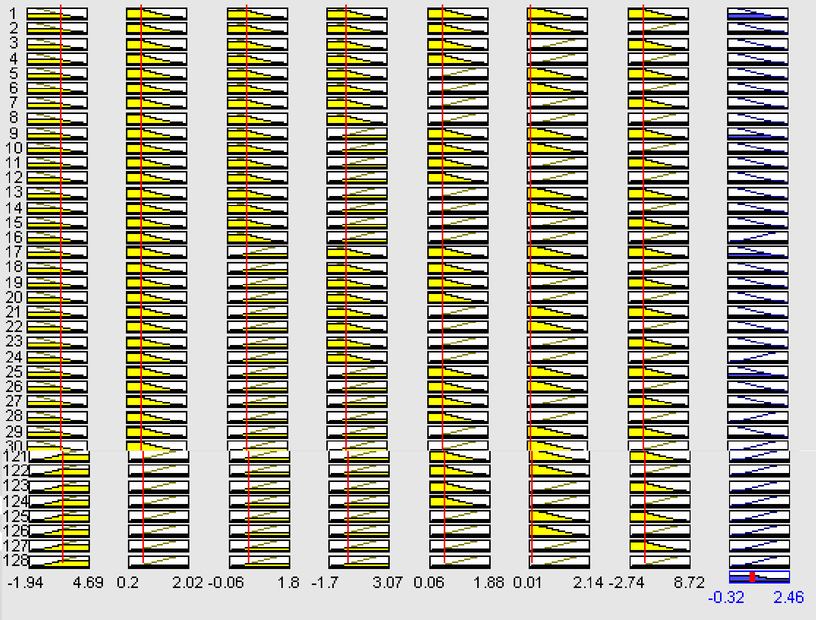
.
.
.

Aturan 128: IF (X1 is Tinggi) AND (X2 is Tinggi) AND (X3 is Tinggi AND (X4 is Tinggi) AND (X5 is Tinggi) AND (X6 is Tinggi) AND (X7 is Tinggi) THEN (Inflasi is Tinggi).

$$\alpha_{128} = \min\ (0{,}601; 0{,}208; 0{,}28; 0{,}299; 0{,}208; 0{,}089; 0{,}218)$$
$$= 0{,}089$$

Langkah 3. Komposisi aturan

Komposisi aturan menggunakan metode *max*, sehingga diperoleh hasil sesuai gambar 4.9. Komposisi aturan merupakan kesimpulan secara keseluruhan dengan mengambil tingkat keanggotaan maksimum dari tiap konsekuen aplikasi fungsi implikasi dan menggabungkan semua kesimpulan masing-masing aturan.

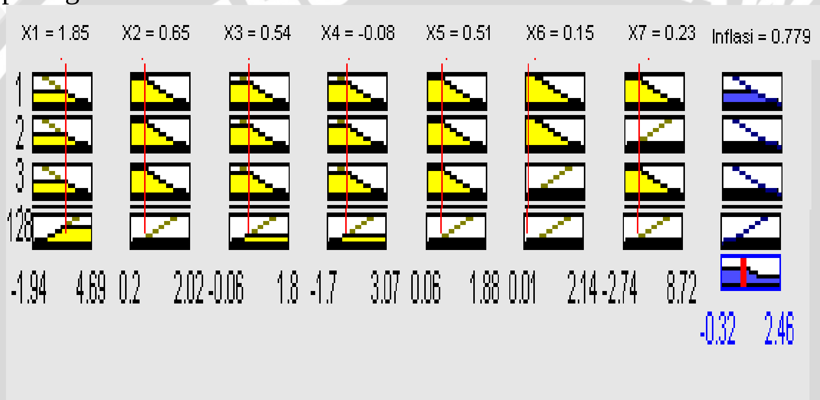


Gambar 4.9 Hasil komposisi aturan menggunakan metode *max*

Kolom pertama pada gambar 4.9 menunjukkan tingkat keanggotaan nilai 1,85 pada variabel inflasi harga bahan makanan (X_1), kolom kedua menunjukkan tingkat keanggotaan nilai 0,65 pada variabel inflasi harga makanan jadi, minuman, rokok dan tembakau (X_2), kolom ketiga menunjukkan tingkat keanggotaan nilai 0,54 pada variabel inflasi harga perumahan, air, listrik, gas dan bahan bakar (X_3), kolom keempat menunjukkan tingkat keanggotaan nilai -0,08 pada variabel inflasi harga sandang (X_4), kolom kelima menunjukkan tingkat keanggotaan nilai 0,51 pada variabel inflasi harga kesehatan (X_5), kolom keenam menunjukkan tingkat keanggotaan nilai 0,15 pada variabel inflasi harga pendidikan, rekreasi dan olahraga (X_6), kolom ketujuh menunjukkan tingkat keanggotaan nilai 0,23 pada variabel inflasi harga transpor, komunikasi dan jasa keuangan (X_7), dan kolom kedelapan menunjukkan konsekuen dari fungsi implikasi yang sesuai dengan kondisi tersebut. Baris dan kolom terakhir menunjukkan gabungan daerah *fuzzy* dari masing-masing aturan, yang merupakan konsekuen dari komposisi aturan *fuzzy*.

Langkah 4. Defuzzifikasi

Langkah terakhir dalam proses ini adalah defuzzifikasi atau disebut juga tahap penegasan, yaitu untuk mengubah himpunan *fuzzy* menjadi bilangan *crisp*. Input dari proses penegasan ini adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan *fuzzy*, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Defuzzifikasi yang digunakan dalam memprediksi laju inflasi ini adalah metode *centroid*. Hasil defuzzifikasi sistem inferensi *fuzzy* metode Mamdani dapat dilihat pada gambar 4.10.



Gambar 4.10 Hasil defuzzifikasi sistem inferensi *fuzzy* metode Mamdani

Dari gambar 4.10 tersebut, garis vertikal merah tebal pada variabel inflasi umum *month to month* (Inflasi) menunjukkan nilai prediksi besarnya laju inflasi umum pada bulan Januari 2012, yaitu sebesar 0,779%.

4.7 *Fitting* Model Inferensi *Fuzzy* Metode Mamdani pada Data *Testing*

Pada *fitting* model inferensi *fuzzy* metode Mamdani ini, data yang akan digunakan yaitu data *testing*. Data *testing* yang digunakan sebanyak 12, yaitu data mulai bulan Januari 2012 hingga Desember 2012. Penerapan model inferensi *fuzzy* metode Mamdani untuk memprediksi laju inflasi ini akan dicocokkan pada data *testing*, dan selanjutnya akan dibandingkan dengan data aktualnya.

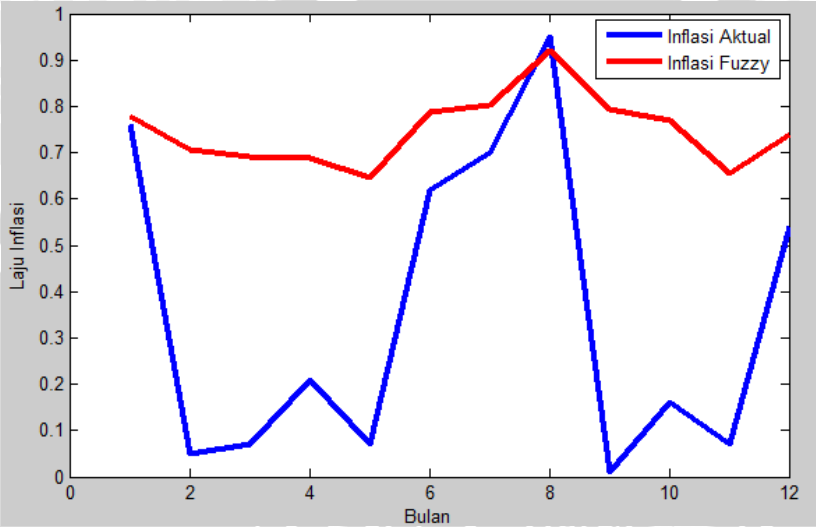
Setelah diperoleh hasil prediksi laju inflasi pada bulan Januari 2012. Selanjutnya, dilakukan perhitungan prediksi besarnya laju inflasi umum pada 11 bulan berikutnya (bulan Februari 2012-Desember 2012) dengan menggunakan sistem inferensi *fuzzy* metode Mamdani. Perhitungan prediksi besarnya laju inflasi ini dilakukan dengan menggunakan GUI *Rule Viewer* pada *Fuzzy Logic Toolbox* dengan bantuan software Matlab 7.7. GUI *Rule Viewer* metode Mamdani pada Matlab dapat dilihat pada poin K Lampiran 4. Hasil inferensi *fuzzy* dengan menggunakan metode Mamdani untuk memprediksi besarnya laju inflasi umum *month to month* (Inflasi) dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut.

Tabel 4.5 Hasil inferensi *fuzzy* metode Mamdani dalam memprediksi laju inflasi

Bulan	**Inflasi Aktual**	**Inflasi *Fuzzy* Mamdani**	**Error Prediksi**
Jan-12	0,76	0,779	-0,019
Feb-12	0,05	0,705	-0,655
Mar-12	0,07	0,692	-0,622
Apr-12	0,21	0,689	-0,479
Mei-12	0,07	0,647	-0,577
Jun-12	0,62	0,787	-0,167
Jul-12	0,7	0,803	-0,103
Agust-12	0,95	0,921	0,029
Sep-12	0,01	0,795	-0,785
Okt-12	0,16	0,771	-0,611
Nop-12	0,07	0,655	-0,585
Des-12	0,54	0,739	-0,199

Tabel 4.5 menunjukkan hasil prediksi laju inflasi umum *month to month* Indonesia pada tahun 2012. Kesalahan prediksi paling besar terjadi pada bulan September 2012, yaitu sebesar 0,785. Kesalahan prediksi paling kecil terjadi pada bulan Januari 2012, yaitu sebesar 0,019. Nilai MSE yang diperoleh adalah sebesar 0,232.

Grafik perbandingan hasil prediksi inflasi umum *month to month* Indonesia pada tahun 2012 menggunakan inferensi *fuzzy* metode Mamdani dengan nilai aktualnya ditunjukkan pada gambar 4.11.



Gambar 4.11 Grafik *fitting* model inferensi *fuzzy* metode Mamdani pada data *testing* laju inflasi

Berdasarkan hasil *fitting* model inferensi *fuzzy* metode Mamdani yang diperoleh terhadap data *testing*, menghasilkan hasil prediksi yang cukup berbeda dengan nilai aktualnya. Selain itu, dengan menggunakan ukuran ketepatan prediksi, nilai MSE yang diperoleh dari hasil prediksi dengan model inferensi *fuzzy* metode Mamdani terhadap data *testing* sebesar 0,232; sehingga dapat dikatakan bahwa model inferensi *fuzzy* metode Mamdani kurang akurat dalam memprediksi laju inflasi umum *month to month* Indonesia.

Hasil prediksi model inferensi *fuzzy* metode Mamdani kurang akurat disebabkan oleh pembentukan aturan *fuzzy* yang dibuat tidak berdasarkan pengetahuan para ahli/ pakar. Konsekuen aturan *fuzzy* metode Mamdani pada penelitian ini dibentuk hanya berdasarkan kombinasi dari jumlah variabel input dan himpunaan *fuzzy* yang terbentuk, padahal konsekuen aturan dasar *fuzzy* (*fuzzy rule based*) merupakan elemen yang sangat penting dalam sistem inferensi *fuzzy*.

4.8 Sistem Inferensi *Fuzzy* Metode Sugeno dengan Konsekuen Menggunakan Pendekatan Regresi Linier Berganda

Pada metode Sugeno dengan konsekuen menggunakan pendekatan regresi linier berganda, untuk mendapatkan output diperlukan empat tahapan, yaitu:

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

Dalam penelitian ini, sistem inferensi *fuzzy* digunakan untuk memprediksi laju inflasi. Input dari prediksi laju inflasi ini adalah inflasi harga bahan makanan (X_1); inflasi harga makanan jadi, minuman, rokok dan tembakau (X_2); inflasi harga perumahan, air, listrik, gas dan bahan bakar (X_3); inflasi harga sandang (X_4); inflasi harga kesehatan (X_5); Inflasi harga pendidikan, rekreasi dan olahraga (X_6); dan inflasi harga transpor, komunikasi dan jasa keuangan (X_7). Output dari prediksi laju inflasi ini adalah inflasi umum *month to month* (Inflasi). Berikut adalah penerapan sistem inferensi fuzzy metode Sugeno dalam menghitung besarnya laju inflasi.

Dari data *testing* inflasi Indonesia menurut kelompok komoditi (data tahun 2012), dapat diketahui pada bulan Januari 2012 terjadi inflasi harga bahan makanan (X_1) sebesar 1,85%; inflasi harga makanan jadi, minuman, rokok dan tembakau (X_2) sebesar 0,65%; inflasi harga perumahan, air, listrik, gas dan bahan bakar (X_3) sebesar 0,54%; inflasi harga sandang (X_4) sebesar -0,08%; inflasi harga kesehatan (X_5) sebesar 0,51%; Inflasi harga pendidikan, rekreasi dan olahraga (X_6) sebesar 0,15%; dan inflasi harga transpor, komunikasi dan jasa keuangan (X_7) sebesar 0,23%. Dengan sistem inferensi *fuzzy* metode Sugeno akan diprediksi besarnya laju inflasi umum pada bulan tersebut.

Langkah 1. Menentukan nilai keanggotaan

Nilai keanggotaan dari setiap input pada masing masing variabel diperoleh berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah dibuat pada tahap sebelumnya.

$$\mu_{X1\ \ Rendah}\ (1{,}85) = G\ (1{,}85; 2{,}816; -1{,}94) = \ e^{\frac{-\left(1{,}85-(-1{,}94)\right)^2}{2(2{,}816)^2}}$$
$$= 0{,}404$$

$$\mu_{X1\ Tinggi}\ (1{,}85) = G\ (1{,}85; 2{,}816; 4{,}69) = \ e^{\frac{-(1{,}85-4{,}69)^2}{2(2{,}816)^2}}$$
$$= 0{,}601$$

$$\mu_{X2\ \ Renda\ h}\ (0{,}65) = G\ (0{,}65; 0{,}7729; 0{,}2) = \ e^{\frac{-(0{,}65-0{,}2)^2}{2(0{,}7729)^2}}$$
$$= 0{,}844$$

$$\mu_{X2\ \ Tinggi}\ (0{,}65) = G\ (0{,}65; 0{,}7729; 2{,}02) = \ e^{\frac{-(0{,}65-2{,}02)^2}{2(0{,}7729)^2}}$$
$$= 0{,}208$$

$$\mu_{X3\ \ Renda\ h}\ (0{,}54) = G\ (0{,}54; 0{,}7899; -0{,}06) = \ e^{\frac{-(0{,}54-(-0{,}06))^2}{2(0{,}7899)^2}}$$
$$= 0{,}749$$

$$\mu_{X3\ \ Tinggi}\ (0{,}54) = G\ (0{,}54; 0{,}7899; 1{,}8) = \ e^{\frac{-(0{,}54-1{,}8)^2}{2(0{,}7899)^2}}$$
$$= 0{,}28$$

$$\mu_{X4\ Renda\ h}\ (-0{,}08) = G\ (-0{,}08; 2{,}026; -1{,}7) = \ e^{\frac{-(-0{,}08-(-1{,}7))^2}{2(2{,}026)^2}}$$
$$= 0{,}726$$

$$\mu_{X4\ Tinggi}\ (-0{,}08) = G\ (-0{,}08; 2{,}026; 3{,}07) = \ e^{\frac{-(-0{,}08-3{,}07)^2}{2(2{,}026)^2}}$$
$$= 0{,}299$$

$$\mu_{X5\ Renda\ h}\ (0{,}51) = G\ (0{,}51; 0{,}7729; 0{,}06) = \ e^{\frac{-(0{,}51-0{,}06)^2}{2(0{,}7729)^2}}$$
$$= 0{,}844$$

$$\mu_{X5\ Tinggi}\ (0{,}51) = G\ (0{,}51; 0{,}7729; 1{,}88) = \ e^{\frac{-(0{,}51-1{,}88)^2}{2(0{,}7729)^2}}$$
$$= 0{,}208$$

$$\mu_{X6\ Renda\ h}\ (0{,}15) = G\ (0{,}15; 0{,}9045; 0{,}01) = \ e^{\frac{-(0{,}15-0{,}01)^2}{2(0{,}9045)^2}}$$
$$= 0{,}988$$

$$\mu_{X6\ Tinggi}\ (0{,}15) = G\ (0{,}15; 0{,}9045; 2{,}14) = \ e^{\frac{-(0{,}15-2{,}14)^2}{2(0{,}9045)^2}}$$
$$= 0{,}089$$

$$\mu_{X7\ Renda\ h}\ (0{,}23) = G\ (0{,}23; 4{,}867; -2{,}74) = \ e^{\frac{-(0{,}23-(-2{,}74))^2}{2(4{,}867)^2}}$$
$$= 0{,}83$$

$$\mu_{X7\ Tinggi}\ (0{,}23) = G\ (0{,}23; 4{,}867; 8{,}72) = \ e^{\frac{-(0{,}23-8{,}72)^2}{2(4{,}867)^2}}$$
$$= 0{,}218$$

Langkah 2. Aplikasi fungsi implikasi dengan menghitung nilai α-predikat α_i) dan z_i untuk i= 1,2,3,...,128.

Fungsi implikasi yang digunakan dalam proses ini adalah fungsi MIN, yaitu dengan mengambil tingkat keanggotaan yang minimum dari variabel input sebagai outputnya. Berdasarkan aturan-aturan yang sesuai dengan kondisi tersebut maka diperoleh:

Aturan 1: IF (X1 is Rendah) AND (X2 is Rendah) AND (X3 is Rendah) AND (X4 is Rendah) AND (X5 is Rendah) AND (X6 is Rendah) AND (X7 is Rendah) THEN (Inflasi = 0,238X_1 + 0,173X_2 + 0,262X_3 + 0,077X_4 + 0,054X_5 + 0,050X_6 + 0,177X_7 – 0,016).

Nilai α-predikat diperoleh dengan menggunakan fungsi minimum.

$$\alpha_1 = \mu_{X1\ Rendah} \cap \mu_{X2\ Rendah} \cap \mu_{X3\ Rendah} \cap \mu_{X4\ Rendah}\ \mu_{X5\ Rendah} \cap \mu_{X6\ Rendah} \cap \mu_{X7\ Rendah}$$
$$= \min(\mu_{X1\ Rendah}, \mu_{X2\ Rendah}, \mu_{X3\ Rendah}, \mu_{X4\ Rendah}\ \mu_{X5\ Rendah}, \mu_{X6\ Rendah}, \mu_{X7\ Rendah})$$
$$= \min\ (0{,}404; 0{,}844; 0{,}749; 0{,}726; 0{,}844; 0{,}988; 0{,}83)$$
$$= 0{,}404$$

Kemudian dihitung nilai z_1 menggunakan persamaan linier yang telah terbentuk.

$$z_1 = 0{,}238X_1 + 0{,}173X_2 + 0{,}262X_3 + 0{,}077X_4 + 0{,}054X_5 + 0{,}050X_6 + 0{,}177X_7 - 0{,}016$$
$$z_1 = 0{,}238\ (1{,}85) + 0{,}173(0{,}65) + 0{,}262(0{,}54) + 0{,}077(-0{,}08) + 0{,}054(0{,}51) + 0{,}050(0{,}15) + 0{,}177(0{,}23) - 0{,}016$$
$$= 0{,}74782$$

Aturan 2: IF (X1 is Rendah) AND (X2 is Rendah) AND (X3 is Rendah) AND (X4 is Rendah) AND (X5 is Rendah) AND (X6 is Rendah) AND (X7 is Tinggi) THEN (Inflasi = 0,238X_1 + 0,173X_2 + 0,262X_3 + 0,077X_4 + 0,054X_5 + 0,050X_6 + 0,177X_7 – 0,016).

Nilai α-predikat diperoleh dengan menggunakan fungsi minimum.

$$\alpha_2 = \mu_{X1\ Rendah} \cap \mu_{X2\ Rendah} \cap \mu_{X3\ Rendah} \cap \mu_{X4\ Rendah}\ \mu_{X5\ Rendah} \cap \mu_{X6\ Rendah} \cap \mu_{X7\ Tinggi}$$
$$= \min(\mu_{X1\ Rendah}, \mu_{X2\ Rendah}, \mu_{X3\ Rendah}, \mu_{X4\ Rendah}\ \mu_{X5\ Rendah}, \mu_{X6\ Rendah}, \mu_{X7\ Tinggi})$$
$$= \min\ (0{,}404; 0{,}844; 0{,}749; 0{,}726; 0{,}844; 0{,}988; 0{,}218)$$

$= 0,218$

Kemudian dihitung nilai z_2 menggunakan persamaan linier yang telah terbentuk.

$$z_2 = 0,238X_1 + 0,173X_2 + 0,262X_3 + 0,077X_4 + 0,054X_5 + 0,050X_6 + 0,177X_7 - 0,016$$

$$z_2 = 0,238\ (1,85) + 0,173(0,65) + 0,262(0,54) + 0,077(-0,08) + 0,054(0,51) + 0,050(0,15) + 0,177(0,23) - 0,016 = 0,74782$$

Aturan 3: IF (X1 is Rendah) AND (X2 is Rendah) AND (X3 is Rendah) AND (X4 is Rendah) AND (X5 is Rendah) AND (X6 is Tinggi) AND (X7 is Rendah) THEN (Inflasi = $0,238X_1 + 0,173X_2 + 0,262X_3 + 0,077X_4 + 0,054X_5 + 0,050X_6 + 0,177X_7 – 0,016$).

Nilai α-predikat diperoleh dengan menggunakan fungsi minimum.

$$\alpha_3 = \mu_{X1\ Rendah} \cap \mu_{X2\ Rendah} \cap \mu_{X3\ Rendah} \cap \mu_{X4\ Rendah}\ \mu_{X5\ Rendah} \cap \mu_{X6\ Tinggi} \cap \mu_{X7\ Rendah}$$

$$= \min(\mu_{X1\ Rendah}, \mu_{X2\ Rendah}, \mu_{X3\ Rendah}, \mu_{X4\ Rendah}\ \mu_{X5\ Rendah}, \mu_{X6\ Tinggi}, \mu_{X7\ Rendah})$$

$$= \min\ (0,404; 0,844; 0,749; 0,726; 0,844; 0,089; 0,83)$$

$$= 0,089$$

Kemudian dihitung nilai z_3 menggunakan persamaan linier yang telah terbentuk.

$$z_3 = 0,238X_1 + 0,173X_2 + 0,262X_3 + 0,077X_4 + 0,054X_5 + 0,050X_6 + 0,177X_7 - 0,016$$

$$z_3 = 0,238\ (1,85) + 0,173(0,65) + 0,262(0,54) + 0,077(-0,08) + 0,054(0,51) + 0,050(0,15) + 0,177(0,23) - 0,016 = 0,74782$$

.
.
.

Aturan 128: IF (X1 is Tinggi) AND (X2 is Tinggi) AND (X3 is Tinggi AND (X4 is Tinggi) AND (X5 is Tinggi) AND (X6 is Tinggi) AND (X7 is Tinggi) THEN (Inflasi = $0,238X_1 + 0,173X_2 + 0,262X_3 + 0,077X_4 + 0,054X_5 + 0,050X_6 + 0,177X_7 – 0,016$).

$$\alpha_{128} = \min\ (0,601; 0,208; 0,28; 0,299; 0,208; 0,089; 0,218) = 0,089$$

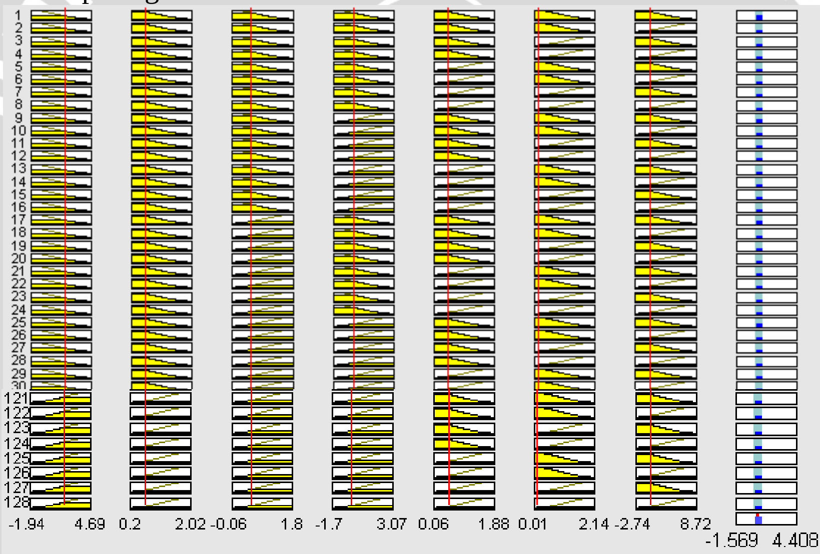
Kemudian dihitung nilai z_{128} menggunakan persamaan linier yang telah terbentuk.

$$z_{128} = 0{,}238X_1 + 0{,}173X_2 + 0{,}262X_3 + 0{,}077X_4 + 0{,}054X_5 + 0{,}050X_6 + 0{,}177X_7 - 0{,}016$$

$$z_{128} = 0{,}238\,(1{,}85) + 0{,}173(0{,}65) + 0{,}262(0{,}54) + 0{,}077(-0{,}08) + 0{,}054(0{,}51) + 0{,}050(0{,}15) + 0{,}177(0{,}23) - 0{,}016 = 0{,}74782$$

Langkah 3. Komposisi aturan

Komposisi aturan dari inferensi *fuzzy* metode Sugeno dengan konsekuen menggunakan pendekatan regresi linier berganda dapat dilihat pada gambar 4.12



Gambar 4.12 Hasil komposisi aturan inferensi *fuzzy* metode Sugeno dengan konsekuen menggunakan pendekatan regresi linier berganda

Kolom pertama pada gambar 4.12 menunjukkan tingkat keanggotaan nilai 1,85 pada variabel inflasi harga bahan makanan (X_1), kolom kedua menunjukkan tingkat keanggotaan nilai 0,65 pada variabel inflasi harga makanan jadi, minuman, rokok dan tembakau (X_2), kolom ketiga menunjukkan tingkat keanggotaan nilai 0,54 pada variabel inflasi harga perumahan, air, listrik, gas dan bahan bakar (X_3), kolom keempat menunjukkan tingkat keanggotaan nilai -0,08 pada variabel inflasi harga sandang (X_4), kolom kelima menunjukkan tingkat keanggotaan nilai 0,51 pada variabel inflasi harga kesehatan (X_5), kolom keenam menunjukkan tingkat keanggotaan nilai 0,15 pada variabel inflasi harga pendidikan, rekreasi dan olahraga (X_6), kolom ketujuh menunjukkan tingkat keanggotaan nilai 0,23 pada variabel inflasi harga transpor, komunikasi dan jasa keuangan (X_7), dan kolom kedelapan menunjukkan konsekuen dari fungsi implikasi yang berupa sebuah persamaan linier.

Langkah 4. Defuzzifikasi dengan menghitung rata-rata terbobot (Z)
Langkah terakhir dalam proses ini adalah defuzzifikasi atau disebut juga tahap penegasan, yaitu untuk mengubah himpunan *fuzzy* menjadi bilangan *crisp*. Pada sistem inferensi *fuzzy* metode Sugeno ini, defuzzifikasinya menggunakan metode rata-rata terbobot (*weighted average*) yaitu dengan menggunakan persamaan (2.12). Hasil defuzzifikasi sistem inferensi *fuzzy* metode Sugeno dengan konsekuen menggunakan pendekatan regresi linier berganda dapat dilihat pada gambar 4.13.

Gambar 4.13 Hasil defuzzifikasi sistem inferensi *fuzzy* metode Sugeno dengan konsekuen menggunakan pendekatan regresi linier berganda

Dari gambar 4.13 tersebut, garis vertikal merah tebal pada variabel inflasi umum *month to month* (Inflasi) menunjukkan nilai prediksi besarnya laju inflasi umum pada bulan Januari 2012, yaitu sebesar 0,748%.

4.9 *Fitting* Model Inferensi *Fuzzy* Metode Sugeno dengan Konsekuen Menggunakan Pendekatan Regresi Linier Berganda pada Data *Testing*

Pada *fitting* model inferensi *fuzzy* metode Sugeno dengan konsekuen menggunakan pendekatan regresi linier berganda ini, data yang akan digunakan yaitu data *testing*. Data *testing* yang digunakan sebanyak 12, yaitu data mulai bulan Januari 2012 hingga Desember 2012. Penerapan model inferensi *fuzzy* metode Sugeno untuk memprediksi laju inflasi ini akan dicocokkan pada data *testing*, dan selanjutnya akan dibandingkan dengan data aktualnya.

Setelah diperoleh hasil prediksi laju inflasi pada bulan Januari 2012. Selanjutnya, dilakukan perhitungan prediksi besarnya laju inflasi umum pada 11 bulan berikutnya (bulan Februari 2012-Desember 2012) dengan menggunakan sistem inferensi *fuzzy* metode Sugeno. Perhitungan prediksi besarnya laju inflasi ini dilakukan dengan menggunakan GUI *Rule Viewer* pada *Fuzzy Logic Toolbox* dengan bantuan software Matlab 7.7. GUI *Rule Viewer* metode Sugeno pada Matlab dapat dilihat pada poin M Lampiran 5. Hasil inferensi *fuzzy* metode Sugeno dengan konsekuen menggunakan pendekatan regresi linier berganda untuk memprediksi besarnya laju inflasi umum *month to month* (Inflasi) dapat dilihat pada tabel 4.6 berikut.

Tabel 4.6 Hasil inferensi *fuzzy* metode Sugeno dengan konsekuen menggunakan pendekatan regresi linier berganda dalam memprediksi laju inflasi

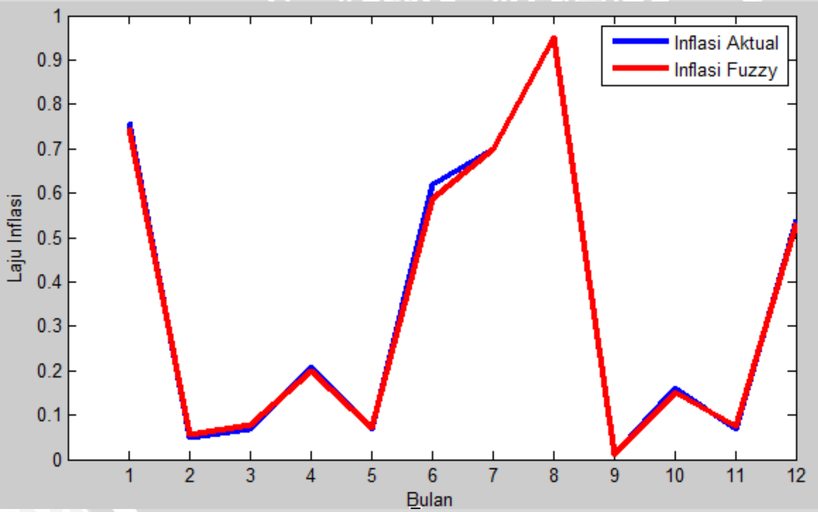
Bulan	Inflasi Aktual	Inflasi Fuzzy Sugeno Regresi	Error Prediksi
Jan-12	0,76	0,748	0,012
Feb-12	0,05	0,0565	-0,0065
Mar-12	0,07	0,0788	-0,0088
Apr-12	0,21	0,2	0,01
Mei-12	0,07	0,0708	-0,0008
Jun-12	0,62	0,587	0,033
Jul-12	0,7	0,699	0,001

Tabel 4.6 (lanjutan)

Bulan	Inflasi Aktual	Inflasi Fuzzy Sugeno Regresi	Error Prediksi
Agust-12	0,95	0,95	0
Sep-12	0,01	0,012	-0,002
Okt-12	0,16	0,15	0,01
Nop-12	0,07	0,0743	-0,0043
Des-12	0,54	0,534	0,006

Tabel 4.6 menunjukkan hasil prediksi laju inflasi umum *month to month* Indonesia pada tahun 2012. Kesalahan prediksi paling besar terjadi pada bulan Juni 2012, yaitu sebesar 0,033. Kesalahan prediksi paling kecil terjadi pada bulan Agustus 2012, yaitu sebesar 0. Nilai MSE yang diperoleh adalah sebesar 0,00013.

Grafik perbandingan hasil prediksi inflasi umum *month to month* Indonesia pada tahun 2012 menggunakan inferensi *fuzzy* metode Sugeno dengan konsekuen menggunakan pendekatan regresi linier berganda terhadap nilai aktualnya ditunjukkan pada gambar 4.14.



Gambar 4.14 Grafik *fitting* model inferensi *fuzzy* metode Sugeno dengan konsekuen menggunakan pendekatan regresi linier berganda pada data *testing* laju inflasi

Berdasarkan hasil *fitting* model inferensi *fuzzy* metode Sugeno dengan konsekuen menggunakan pendekatan regresi linier berganda yang diperoleh terhadap data *testing*, menghasilkan hasil prediksi yang hampir sama dengan nilai aktualnya. Selain itu, dengan menggunakan ukuran ketepatan prediksi, nilai MSE yang diperoleh dari hasil prediksi dengan model inferensi *fuzzy* metode Sugeno dengan konsekuen menggunakan pendekatan regresi linier berganda terhadap data *testing* sebesar 0,00013. Hasil prediksi data laju inflasi memiliki nilai MSE yang sangat kecil atau mendekati nol, sehingga dapat dikatakan bahwa model inferensi *fuzzy* metode Sugeno dengan konsekuen menggunakan pendekatan regresi linier berganda sangat akurat dalam memprediksi laju inflasi umum *month to month* Indonesia.

4.10 Sistem Inferensi *Fuzzy* Metode Sugeno dengan Konsekuen Menggunakan Pendekatan Rata-Rata Aritmatika

Pada metode Sugeno dengan konsekuen menggunakan pendekatan rata-rata aritmatika, untuk mendapatkan output diperlukan empat tahapan, yaitu :

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

Dalam penelitian ini, sistem inferensi *fuzzy* digunakan untuk memprediksi laju inflasi. Input dari prediksi laju inflasi ini adalah inflasi harga bahan makanan (X_1); inflasi harga makanan jadi, minuman, rokok dan tembakau (X_2); inflasi harga perumahan, air, listrik, gas dan bahan bakar (X_3); inflasi harga sandang (X_4); inflasi harga kesehatan (X_5); Inflasi harga pendidikan, rekreasi dan olahraga (X_6); dan inflasi harga transpor, komunikasi dan jasa keuangan (X_7). Output dari prediksi laju inflasi ini adalah inflasi umum *month to month* (Inflasi). Berikut adalah penerapan sistem inferensi fuzzy metode Sugeno dalam menghitung besarnya laju inflasi.

Dari data *testing* inflasi Indonesia menurut kelompok komoditi (data tahun 2012), dapat diketahui pada bulan Januari 2012 terjadi inflasi harga bahan makanan (X_1) sebesar 1,85%; inflasi harga makanan jadi, minuman, rokok dan tembakau (X_2) sebesar 0,65%;

inflasi harga perumahan, air, listrik, gas dan bahan bakar (X_3) sebesar 0,54%; inflasi harga sandang (X_4) sebesar -0,08%; inflasi harga kesehatan (X_5) sebesar 0,51%; Inflasi harga pendidikan, rekreasi dan olahraga (X_6) sebesar 0,15%; dan inflasi harga transpor, komunikasi dan jasa keuangan (X_7) sebesar 0,23%. Dengan sistem inferensi *fuzzy* metode Sugeno akan diprediksi besarnya laju inflasi umum pada bulan tersebut.

Langkah 1. Menentukan nilai keanggotaan

Nilai keanggotaan dari setiap input pada masing masing variabel diperoleh berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah dibuat pada tahap sebelumnya.

$$\mu_{X1\ Rendah}\ (1{,}85) = G\ (1{,}85; 2{,}816; -1{,}94) = e^{\frac{-\left(1{,}85-(-1{,}94)\right)^2}{2(2{,}816)^2}} = 0{,}404$$

$$\mu_{X1\ Tinggi}\ (1{,}85) = G\ (1{,}85; 2{,}816; 4{,}69) = e^{\frac{-(1{,}85-4{,}69)^2}{2(2{,}816)^2}} = 0{,}601$$

$$\mu_{X2\ Rendah}\ (0{,}65) = G\ (0{,}65; 0{,}7729; 0{,}2) = e^{\frac{-(0{,}65-0{,}2)^2}{2(0{,}7729)^2}} = 0{,}844$$

$$\mu_{X2\ Tinggi}\ (0{,}65) = G\ (0{,}65; 0{,}7729; 2{,}02) = e^{\frac{-(0{,}65-2{,}02)^2}{2(0{,}7729)^2}} = 0{,}208$$

$$\mu_{X3\ Rendah}\ (0{,}54) = G\ (0{,}54; 0{,}7899; -0{,}06) = e^{\frac{-(0{,}54-(-0{,}06))^2}{2(0{,}7899)^2}} = 0{,}749$$

$$\mu_{X3\ Tinggi}\ (0{,}54) = G\ (0{,}54; 0{,}7899; 1{,}8) = e^{\frac{-(0{,}54-1{,}8)^2}{2(0{,}7899)^2}} = 0{,}28$$

$$\mu_{X4\ Rendah}\ (-0{,}08) = G\ (-0{,}08; 2{,}026; -1{,}7) = e^{\frac{-(-0{,}08-(-1{,}7))^2}{2(2{,}026)^2}} = 0{,}726$$

$$\mu_{X4\ Tinggi}\ (-0{,}08) = G\ (-0{,}08; 2{,}026; 3{,}07) = e^{\frac{-(-0{,}08-3{,}07)^2}{2(2{,}026)^2}} = 0{,}299$$

$$\mu_{X5\ Rendah}\ (0{,}51) = G\ (0{,}51; 0{,}7729; 0{,}06) = e^{\frac{-(0{,}51-0{,}06)^2}{2(0{,}7729)^2}} = 0{,}844$$

$$\mu_{X5\ Tinggi}\ (0{,}51) = G\ (0{,}51; 0{,}7729; 1{,}88) = e^{\frac{-(0{,}51-1{,}88)^2}{2(0{,}7729)^2}}$$
$$= 0{,}208$$

$$\mu_{X6\ Rendah}\ (0{,}15) = G\ (0{,}15; 0{,}9045; 0{,}01) = e^{\frac{-(0{,}15-0{,}01)^2}{2(0{,}9045)^2}}$$
$$= 0{,}988$$

$$\mu_{X6\ Tinggi}\ (0{,}15) = G\ (0{,}15; 0{,}9045; 2{,}14) = e^{\frac{-(0{,}15-2{,}14)^2}{2(0{,}9045)^2}}$$
$$= 0{,}089$$

$$\mu_{X7\ Rendah}\ (0{,}23) = G\ (0{,}23; 4{,}867; -2{,}74) = e^{\frac{-(0{,}23-(-2{,}74))^2}{2(4{,}867)^2}}$$
$$= 0{,}83$$

$$\mu_{X7\ Tinggi}\ (0{,}23) = G\ (0{,}23; 4{,}867; 8{,}72) = e^{\frac{-(0{,}23-8{,}72)^2}{2(4{,}867)^2}}$$
$$= 0{,}218$$

Langkah 2. Aplikasi fungsi implikasi dengan menghitung nilai α-predikat α_i) dan z_i untuk i= 1,2,3,...,128.

Fungsi implikasi yang digunakan dalam proses ini adalah fungsi MIN, yaitu dengan mengambil tingkat keanggotaan yang minimum dari variabel input sebagai outputnya. Berdasarkan aturan-aturan yang sesuai dengan kondisi tersebut maka diperoleh:

Aturan 1: IF (X1 is Rendah) AND (X2 is Rendah) AND (X3 is Rendah) AND (X4 is Rendah) AND (X5 is Rendah) AND (X6 is Rendah) AND (X7 is Rendah) THEN (Inflasi = $0{,}1428X_1 + 0{,}1428X_2 + 0{,}1428X_3 + 0{,}1428X_4 + 0{,}1428X_5 + 0{,}1428X_6 + 0{,}1428X_7 + 0$).

Nilai α-predikat diperoleh dengan menggunakan fungsi minimum.

$$\alpha_1 = \mu_{X1\ Rendah} \cap \mu_{X2\ Rendah} \cap \mu_{X3\ Rendah} \cap \mu_{X4\ Rendah}\ \mu_{X5\ Rendah} \cap \mu_{X6\ Rendah} \cap \mu_{X7\ Rendah}$$
$$= \min(\mu_{X1\ Rendah}, \mu_{X2\ Rendah}, \mu_{X3\ Rendah}, \mu_{X4\ Rendah}\ \mu_{X5\ Rendah}, \mu_{X6\ Rendah}, \mu_{X7\ Rendah})$$
$$= \min\ (0{,}404; 0{,}844; 0{,}749; 0{,}726; 0{,}844; 0{,}988; 0{,}83)$$
$$= 0{,}404$$

Kemudian dihitung nilai z_1 menggunakan persamaan linier yang telah terbentuk.

$$z_1 = 0{,}1428X_1 + 0{,}1428X_2 + 0{,}1428X_3 + 0{,}1428X_4 + 0{,}1428X_5 + 0{,}1428X_6 + 0{,}1428X_7 + 0$$

$$z_1 = 0{,}1428\,(1{,}85) + 0{,}1428(0{,}65) + 0{,}1428(0{,}54) + 0{,}1428(-0{,}08) + 0{,}1428(0{,}51) + 0{,}1428(0{,}15) + 0{,}1428(0{,}23) + 0 = 0{,}549$$

Aturan 2: IF (X1 is Rendah) AND (X2 is Rendah) AND (X3 is Rendah) AND (X4 is Rendah) AND (X5 is Rendah) AND (X6 is Rendah) AND (X7 is Tinggi) THEN (Inflasi = $0{,}1428X_1 + 0{,}1428X_2 + 0{,}1428X_3 + 0{,}1428X_4 + 0{,}1428X_5 + 0{,}1428X_6 + 0{,}1428X_7 + 0$).

Nilai α-predikat diperoleh dengan menggunakan fungsi minimum.

$$\alpha_2 = \mu_{X1\ Rendah} \cap \mu_{X2\ Rendah} \cap \mu_{X3\ Rendah} \cap \mu_{X4\ Rendah}\ \mu_{X5\ Rendah} \cap \mu_{X6\ Rendah} \cap \mu_{X7\ Tinggi}$$
$$= \min(\mu_{X1\ Rendah}, \mu_{X2\ Rendah}, \mu_{X3\ Rendah}, \mu_{X4\ Rendah}\ \mu_{X5\ Rendah}, \mu_{X6\ Rendah}, \mu_{X7\ Tinggi})$$
$$= \min\,(0{,}404; 0{,}844; 0{,}749; 0{,}726; 0{,}844; 0{,}988; 0{,}218)$$
$$= 0{,}218$$

Kemudian dihitung nilai z_2 menggunakan persamaan linier yang telah terbentuk.

$$z_2 = 0{,}1428X_1 + 0{,}1428X_2 + 0{,}1428X_3 + 0{,}1428X_4 + 0{,}1428X_5 + 0{,}1428X_6 + 0{,}1428X_7 + 0$$

$$z_2 = 0{,}1428\,(1{,}85) + 0{,}1428(0{,}65) + 0{,}1428(0{,}54) + 0{,}1428(-0{,}08) + 0{,}1428(0{,}51) + 0{,}1428(0{,}15) + 0{,}1428(0{,}23) + 0 = 0{,}549$$

Aturan 3: IF (X1 is Rendah) AND (X2 is Rendah) AND (X3 is Rendah) AND (X4 is Rendah) AND (X5 is Rendah) AND (X6 is Tinggi) AND (X7 is Rendah) THEN (Inflasi = $0{,}1428X_1 + 0{,}1428X_2 + 0{,}1428X_3 + 0{,}1428X_4 + 0{,}1428X_5 + 0{,}1428X_6 + 0{,}1428X_7 + 0$).

Nilai α-predikat diperoleh dengan menggunakan fungsi minimum.

$$\alpha_3 = \mu_{X1\ Rendah} \cap \mu_{X2\ Rendah} \cap \mu_{X3\ Rendah} \cap \mu_{X4\ Rendah}\ \mu_{X5\ Rendah} \cap \mu_{X6\ Tinggi} \cap \mu_{X7\ Rendah}$$

$$= \min(\mu_{X1\ Rendah}, \mu_{X2\ Rendah}, \mu_{X3\ Rendah}, \mu_{X4\ Rendah}$$
$$\mu_{X5\ Rendah}, \mu_{X6\ Tinggi}, \mu_{X7\ Rendah})$$
$$= \min\ (0{,}404; 0{,}844; 0{,}749; 0{,}726; 0{,}844; 0{,}089; 0{,}83)$$
$$= 0{,}089$$

Kemudian dihitung nilai z_3 menggunakan persamaan linier yang telah terbentuk.

$$z_3 = 0{,}1428X_1 + 0{,}1428X_2 + 0{,}1428X_3 + 0{,}1428X_4 + 0{,}1428X_5 + 0{,}1428X_6 + 0{,}1428X_7 + 0$$
$$z_3 = 0{,}1428\ (1{,}85) + 0{,}1428(0{,}65) + 0{,}1428(0{,}54) + 0{,}1428(-0{,}08) + 0{,}1428(0{,}51) + 0{,}1428(0{,}15) + 0{,}1428(0{,}23) + 0$$
$$= 0{,}549$$

.

.

.

Aturan 128: IF (X1 is Tinggi) AND (X2 is Tinggi) AND (X3 is Tinggi AND (X4 is Tinggi) AND (X5 is Tinggi) AND (X6 is Tinggi) AND (X7 is Tinggi) THEN (Inflasi = $0{,}1428X_1 + 0{,}1428X_2 + 0{,}1428X_3 + 0{,}1428X_4 + 0{,}1428X_5 + 0{,}1428X_6 + 0{,}1428X_7 + 0$).

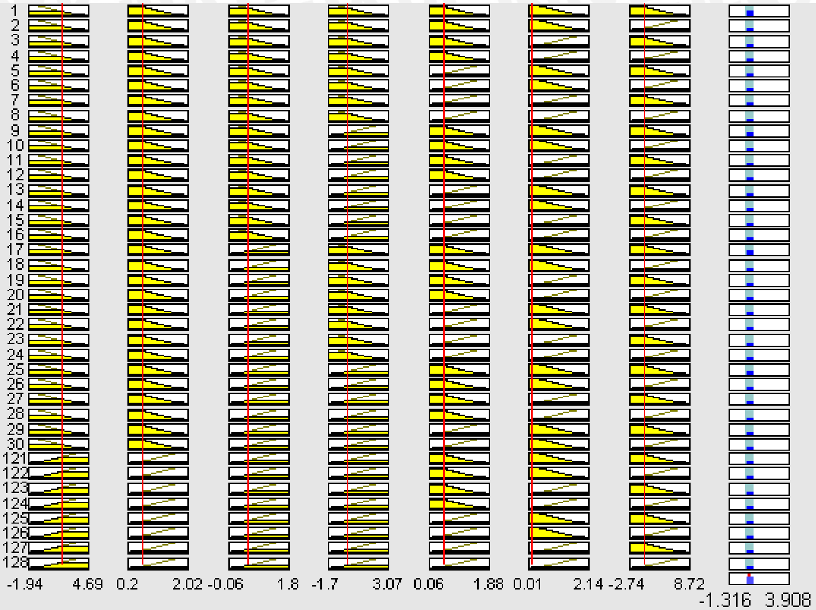
$$\alpha_{128} = \min\ (0{,}601; 0{,}208; 0{,}28; 0{,}299; 0{,}208; 0{,}089; 0{,}218)$$
$$= 0{,}089$$

Kemudian dihitung nilai z_{128} menggunakan persamaan linier yang telah terbentuk.

$$z_{128} = 0{,}1428X_1 + 0{,}1428X_2 + 0{,}1428X_3 + 0{,}1428X_4 + 0{,}1428X_5 + 0{,}1428X_6 + 0{,}1428X_7 + 0$$
$$z_{128} = 0{,}1428\ (1{,}85) + 0{,}1428(0{,}65) + 0{,}1428(0{,}54) + 0{,}1428(-0{,}08) + 0{,}1428(0{,}51) + 0{,}1428(0{,}15) + 0{,}1428(0{,}23) + 0$$
$$= 0{,}549$$

Langkah 3. Komposisi aturan

Komposisi aturan dari inferensi *fuzzy* metode Sugeno dengan konsekuen menggunakan pendekatan rata-rata aritmatika dapat dilihat pada gambar 4.15



Gambar 4.15 Hasil komposisi aturan inferensi *fuzzy* metode Sugeno dengan konsekuen menggunakan pendekatan rata-rata aritmatika

Kolom pertama pada gambar 4.15 menunjukkan tingkat keanggotaan nilai 1,85 pada variabel inflasi harga bahan makanan (X_1), kolom kedua menunjukkan tingkat keanggotaan nilai 0,65 pada variabel inflasi harga makanan jadi, minuman, rokok dan tembakau (X_2), kolom ketiga menunjukkan tingkat keanggotaan nilai 0,54 pada variabel inflasi harga perumahan, air, listrik, gas dan bahan bakar (X_3), kolom keempat menunjukkan tingkat keanggotaan nilai -0,08 pada variabel inflasi harga sandang (X_4), kolom kelima menunjukkan tingkat keanggotaan nilai 0,51 pada variabel inflasi harga kesehatan (X_5), kolom keenam menunjukkan tingkat keanggotaan nilai 0,15 pada variabel inflasi harga pendidikan, rekreasi dan olahraga (X_6), kolom ketujuh menunjukkan tingkat keanggotaan nilai 0,23 pada variabel inflasi harga transpor, komunikasi dan jasa keuangan (X_7), dan kolom kedelapan menunjukkan konsekuen dari fungsi implikasi yang berupa sebuah persamaan linier.

Langkah 4. Defuzzifikasi dengan menghitung rata-rata terbobot (Z)
Langkah terakhir dalam proses ini adalah defuzzifikasi atau disebut juga tahap penegasan, yaitu untuk mengubah himpunan *fuzzy* menjadi bilangan *crisp*. Pada sistem inferensi *fuzzy* metode Sugeno ini, defuzzifikasinya menggunakan metode rata-rata terbobot (*weighted average*) yaitu dengan menggunakan persamaan (2.12). Hasil defuzzifikasi sistem inferensi *fuzzy* metode Sugeno dengan konsekuen menggunakan pendekatan rata-rata aritmatika dapat dilihat pada gambar 4.16.

Gambar 4.16 Hasil defuzzifikasi sistem inferensi *fuzzy* metode Sugeno dengan konsekuen menggunakan pendekatan rata-rata aritmatika

Dari gambar 4.16 tersebut, garis vertikal merah tebal pada variabel inflasi umum *month to month* (Inflasi) menunjukkan nilai prediksi besarnya laju inflasi umum pada bulan Januari 2012, yaitu sebesar 0,55%.

4.11 *Fitting* Model Inferensi *Fuzzy* Metode Sugeno dengan Konsekuen Menggunakan Pendekatan Rata-Rata Aritmatika pada Data *Testing*

Pada *fitting* model inferensi *fuzzy* metode Sugeno dengan konsekuen menggunakan pendekatan rata-rata aritmatika ini, data yang akan digunakan yaitu data *testing*. Data *testing* yang digunakan sebanyak 12, yaitu data mulai bulan Januari 2012 hingga Desember 2012. Penerapan model inferensi *fuzzy* metode Sugeno dengan konsekuen menggunakan pendekatan rata-rata aritmatika untuk memprediksi laju inflasi ini akan dicocokkan pada data *testing*, dan selanjutnya akan dibandingkan dengan data aktualnya.

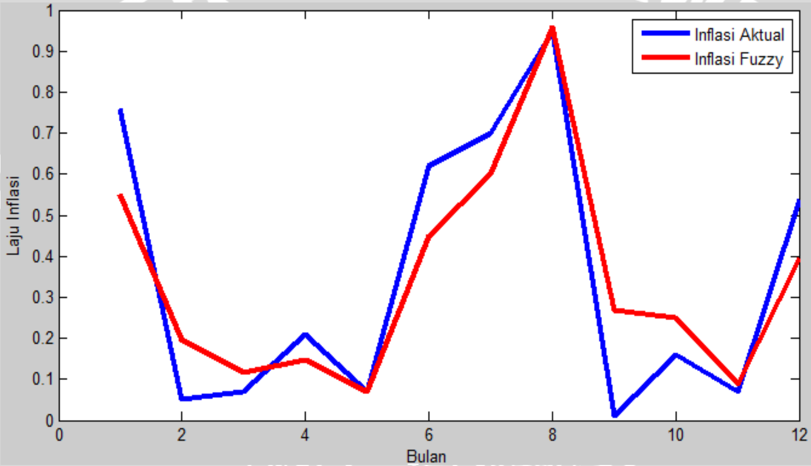
Setelah diperoleh hasil prediksi laju inflasi pada bulan Januari 2012. Selanjutnya, dilakukan perhitungan prediksi besarnya laju inflasi umum pada 11 bulan berikutnya (bulan Februari 2012-Desember 2012) dengan menggunakan sistem inferensi *fuzzy* metode Sugeno dengan konsekuen menggunakan pendekatan rata-rata aritmatika. Perhitungan prediksi besarnya laju inflasi ini dilakukan dengan menggunakan GUI *Rule Viewer* pada *Fuzzy Logic Toolbox* dengan bantuan software Matlab 7.7. GUI *Rule Viewer* metode Sugeno pada Matlab dapat dilihat pada poin N Lampiran 5. Hasil inferensi *fuzzy* metode Sugeno dengan konsekuen menggunakan pendekatan rata-rata aritmatika untuk memprediksi besarnya laju inflasi umum *month to month* (Inflasi) dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut.

Tabel 4.7 Hasil inferensi *fuzzy* metode Sugeno dengan konsekuen menggunakan pendekatan rata-rata aritmatika dalam memprediksi laju inflasi

Bulan	Inflasi Aktual	Inflasi Fuzzy Sugeno Rata Aritmatika	Error Prediksi
Jan-12	0,76	0,55	0,21
Feb-12	0,05	0,198	-0,148
Mar-12	0,07	0,116	-0,046
Apr-12	0,21	0,146	0,064
Mei-12	0,07	0,0685	0,0015
Jun-12	0,62	0,45	0,17
Jul-12	0,7	0,6	0,1
Agust-12	0,95	0,958	-0,008
Sep-12	0,01	0,268	-0,258
Okt-12	0,16	0,25	-0,09
Nop-12	0,07	0,0885	-0,0185
Des-12	0,54	0,397	0,143

Tabel 4.7 menunjukkan hasil prediksi laju inflasi umum *month to month* Indonesia pada tahun 2012. Kesalahan prediksi paling besar terjadi pada bulan September 2012, yaitu sebesar 0,258. Kesalahan prediksi paling kecil terjadi pada bulan Mei 2012, yaitu sebesar 0,0015. Nilai MSE yang diperoleh adalah sebesar 0,0172.

Grafik perbandingan hasil prediksi inflasi umum *month to month* Indonesia pada tahun 2012 menggunakan inferensi *fuzzy* metode Sugeno dengan konsekuen menggunakan pendekatan rata-rata aritmatika terhadap nilai aktualnya ditunjukkan pada gambar 4.17.



Gambar 4.17 Grafik *fitting* model inferensi *fuzzy* metode Sugeno dengan konsekuen menggunakan pendekatan rata-rata aritmatika pada data *testing* laju inflasi

Berdasarkan hasil *fitting* model inferensi *fuzzy* metode Sugeno yang diperoleh terhadap data *testing*, menghasilkan hasil prediksi yang mendekati nilai aktualnya. Selain itu, dengan menggunakan ukuran ketepatan prediksi, nilai MSE yang diperoleh dari hasil prediksi dengan model inferensi *fuzzy* metode Sugeno terhadap data *testing* sebesar 0,0172. Hasil prediksi data laju inflasi memiliki nilai MSE yang kecil atau mendekati nol, sehingga dapat dikatakan bahwa model inferensi *fuzzy* metode Sugeno dengan konsekuen menggunakan pendekatan rata-rata aritmatika cukup akurat dalam memprediksi laju inflasi umum *month to month* Indonesia.

4.12 Perbandingan Sistem Inferensi *Fuzzy*

Inferensi *fuzzy* adalah melakukan penalaran menggunakan input *fuzzy* dan aturan *fuzzy* yang telah ditentukan untuk menghasilkan output *fuzzy*. Metode Mamdani dan metode Sugeno merupakan metode yang sering digunakan dalam sistem inferensi *fuzzy*. Kedua metode ini hampir sama dalam prosesnya, hanya saja metode Mamdani memiliki konsekuen aturan *fuzzy* berupa suatu himpunan *fuzzy* sedangkan metode Sugeno memiliki konsekuen aturan *fuzzy* berupa suatu konstanta atau berupa suatu persamaan linier. Selain itu, proses defuzzifikasi pada metode Mamdani menggunakan metode *centroid*, sedangkan pada metode Sugeno hanya menggunakan satu metode, yaitu metode rata-rata terbobot (*weighted average*). Perbandingan metode Mamdani dan metode Sugeno dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut:

Tabel 4.8 Perbandingan metode Mamdani dan metode Sugeno

Metode	Anteseden Aturan	Konsekuen Aturan	Defuzzifikasi
Mamdani	Himpunan *Fuzzy*	Himpunan *Fuzzy*	*Centroid*
Sugeno	Himpunan *Fuzzy*	> Konstanta > Persamaan Linier	*Weighted Average*

Setelah diperoleh hasil inferensi *fuzzy* menggunakan metode Mamdani dan metode Sugeno, maka akan dibandingkan metode manakah yang lebih baik dalam memprediksi laju inflasi dengan menggunakan ukuran akurasi nilai prediksi MSE dan MAPE.

Dari perhitungan nilai prediksi laju inflasi pada data *testing* (data inflasi *month to month* Indonesia menurut kelompok komoditi tahun 2012) dengan menggunakan sistem inferensi *fuzzy* metode Mamdani dan metode Sugeno diperoleh nilai prediksi laju inflasi umum *month to month* Indonesia. Nilai tersebut akan dibandingkan dengan nilai aktual laju inflasi umum *month to month* Indonesia, kemudian akan dilihat akurasi dari prediksi masing-masing metode dengan menggunakan ukuran akurasi nilai prediksi MSE dan MAPE.

Hasil perhitungan nilai MSE:

$$MSE_{Fuzzy\ \ Mamdani} = \frac{\sum_{i=1}^{n} {e_i}^2}{n} = \frac{2,789}{12} = 0,232$$

$$MSE_{Fuzzy\ \ Sugeno\ \ Regresi} = \frac{\sum_{i=1}^{n} {e_i}^2}{n} = \frac{0,0016}{12} = 0,00013$$

$$MSE_{Fuzzy\ \ Sugeno\ \ Rata\ \ Aritmatika} = \frac{\sum_{i=1}^{n} {e_i}^2}{n} = \frac{0,207}{12}$$
$$= 0,0172$$

Hasil perhitungan nilai MAPE:

$$MAPE_{Fuzzy\ \ Mamdani} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left|\left(\frac{X_i - F_i}{Xi}\right) \times 100\%\right|}{n} = \frac{124,026}{12}$$
$$= 10,33$$

$$MAPE_{Fuzzy\ \ Sugeno\ \ Regresi} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left|\left(\frac{X_i - F_i}{Xi}\right) \times 100\%\right|}{n}$$
$$= \frac{0,72}{12} = 0,06$$

$$MAPE_{Fuzzy\ \ Sugeno\ \ Rata\ \ Aritmatika} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left|\left(\frac{X_i - F_i}{Xi}\right) \times 100\%\right|}{n}$$
$$= \frac{31,54}{12} = 2,628$$

Dari perbandingan nilai prediksi laju inflasi masing masing metode dengan nilai aktual laju inflasi, diperoleh nilai MSE untuk hasil inferensi *fuzzy* metode Mamdani sebesar 0,232 dan nilai MAPE sebesar 10,33. Sedangkan nilai MSE untuk hasil inferensi *fuzzy* metode Sugeno dengan konsekuen menggunakan pendekatan regresi linier berganda diperoleh sebesar 0,00013 dan nilai MAPE sebesar 0,06. Serta, nilai MSE untuk hasil inferensi *fuzzy* metode Sugeno dengan konsekuen menggunakan pendekatan rata-rata aritmatika diperoleh sebesar 0,0172 dan nilai MAPE sebesar 2,628. Nilai MSE dan MAPE disajikan secara ringkas pada tabel 4.9.

Tabel 4.9 Nilai MSE dan MAPE metode Mamdani dan metode Sugeno

Sistem Inferensi	Nilai MSE	Nilai MAPE
Fuzzy Mamdani	0,232	10,33
Fuzzy Sugeno Regresi	0,00013	0,06
Fuzzy Sugeno Rata-Rata Aritmatika	0,0172	2,628

Berdasarkan nilai MSE dan MAPE tersebut dapat dikatakan inferensi *fuzzy* menggunakan metode Sugeno lebih baik dalam mempediksi laju inflasi, hal ini dikarenakan metode Sugeno memiliki nilai MSE dan MAPE yang lebih kecil daripada metode Mamdani.

Sistem inferensi *fuzzy* metode Sugeno lebih baik dalam memprediksi laju inflasi dikarenakan oleh konsekuen dari aturan *fuzzy* metode Sugeno diperoleh melalui pendekatan dengan menggunakan persamaan regresi linier berganda dan rata-rata aritmatika, sedangkan pada metode Mamdani konsekuen aturannya tidak menggunakan pendekatan apapun. Oleh karena itu, hasil prediksinya lebih baik daripada hasil prediksi dengan metode Mamdani, hal ini dapat dilihat dari nilai prediksi yang mendekati (hampir sama) dengan nilai aktualnya.

Selain itu, berdasarkan nilai MSE dan MAPE juga dapat dikatakan inferensi *fuzzy* metode Sugeno dengan konsekuen menggunakan pendekatan regresi linier berganda lebih baik dalam memprediksi laju inflasi dibanding metode Sugeno dengan konsekuen menggunakan rata-rata aritmatika.

Persamaan linier yang diperoleh dari regresi linier berganda merupakan persamaan yang lebih baik, persamaan ini menduga parameter dengan menggunakan Metode Kuadrat Terkecil (MKT). Dalam MKT diusahakan untuk mendapatkan kuadrat tengah galat (*error*) seminimum mungkin, sehingga mendapatkan penduga yang baik.

Dalam melakukan prediksi, sistem inferensi *fuzzy* memiliki beberapa kelemahan, yaitu hanya dapat memprediksi sejumlah 1 periode, kemudian belum adanya metode untuk menentukan kurva fungsi keanggotaan, dan aturannya yang masih bersifat perkiraan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan tentang perbandingan sistem inferensi *fuzzy* metode Mamdani dan metode Sugeno dalam memprediksi laju inflasi, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Inferensi *fuzzy* dengan metode Mamdani dalam memprediksi laju inflasi umum *month to month* Indonesia menghasilkan nilai prediksi yang kurang akurat, hal ini dapat dilihat dari hasil nilai prediksi metode Mamdani yang jauh dari nilai aktualnya.
2. Inferensi *fuzzy* dengan metode Sugeno dalam memprediksi laju inflasi umum *month to month* Indonesia menghasilkan nilai prediksi yang sangat akurat, hal ini dapat dilihat dari hasil nilai prediksi metode Sugeno yang dekat (hampir sama) dengan nilai aktualnya.
3. Berdasarkan nilai MSE dan MAPE, dapat dikatakan bahwa sistem inferensi *fuzzy* metode Sugeno lebih baik daripada sistem inferensi *fuzzy* metode Mamdani dalam memprediksi laju inflasi umum *month to month* Indonesia.

5.2 Saran

Pada penelitian dengan menggunakan sistem inferensi *fuzzy* Mamdani selanjutnya lebih baik menggunakan aturan *fuzzy* yang lebih sesuai dengan pengetahuan yang ada (berdasarkan pengetahuan ahli/ pakar). Selain itu, peneliti selanjutnya dapat mencoba menggunakan representasi fungsi keanggotaan yang lain dan membandingkan hasilnya dengan hasil yang diperoleh dari representasi fungsi keanggotaan kurva Gauss pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Chak, C.K., G, Feng., M. Palaniswani. 1998. *Implementasi of Fuzzy System* dalam Kusumadewi, S dan Hartati, S. 2006. *Neuro-Fuzzy : Integrasi Sistem Fuzzy dan Jaringan Syaraf*. Yogyakarta : Graha Ilmu.

Cox, E. 1994. *The fuzzy Systems handbook (A Prsctitioner's Guide to Building, Using, and Maintaning Fuzzy sistem)*. Massachusetts: Academic Press Inc.

Draper, N.R dan H. Smith, 1992. *Analisis Regresi Terapan Edisi Kedua*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.

Fuad, M. 2011. *Prediksi Ketersediaan Beras di Masyarakat dengan Menggunakan logika Fuzzy*. Jurnal Agrointek. Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo, Madura.

Gujarati, D.N dan D.C. Porter. 2010. *Dasar-dasar Ekonometrika Edisi 5*. Jakarta : Salemba Empat.

Jang, J.S.R., C.T, Sun dan E, Mitzutani. 1997. *Neuro Fuzzy and Computing*. New Jersey : Prentice Hall International Inc, Upper Saddle River.

Kadiman, I. 2005. *Teori dan Indikator Pembangunan*. Jakarta : Lembaga Administrasi Negara Republik Indonesia.

Kaswidjanti, W. 2011. Sistem Pakar Fuzzy untuk Mendiagnosa Penyakit Tanaman Cabe Merah. Jurnal Teknik Informatika. Jurusan Teknik Informatika, UPN, Jakarta.

Kusumadewi, S. 2003. *Artificial Intelligence: Teknik dan Aplikasinya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Kusumadewi, S. dan H. Purnomo. 2004. *Aplikasi Logika Fuzzy: Untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Kusumadewi, S. dan S. Hartati. 2006. *Neuro-Fuzzy: Integrasi Sistem Fuzzy dan Jaringan Syaraf*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Kutner, M.H., C.J. Nachtsheim, J. Neter dan W. Li. 2004.*Applied Linear Statistical Models*.Fifth Edition. New York : McGraw-Hill.

Montgomery, D.C. and E.A. Peck. 1992. *Introduction to Linear Regression Analysis*. 2nd Edition. New York : John Wiley & Sons.

Naba, A. 2009. *Belajar Cepat Fuzzy LOGIC Menggunakan MATLAB*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Pujiyanto,A dan A. Pujiantoro. 2012. *Sistem Pakar Prediksi Penyakit Hatidengan Metode Inferensi Fuzzy*. Jurnal Informatika. Jurusan Teknik Informatika, UAD, Yogyakarta.

Rahardja, P. 1997. *Uang dan Perbankan*. Jakarta: Rineka Cipta.

Santoso, P B. 2012. *Penalaran Manusia* . http://pbsabn.lecture.ub.ac.id/2012/05/penalaran-manusia. Diakses tanggal 20 Februari 2013.

Santoso, S. 2003. Statistik Deskriptif Konsep dan Aplikasi dengan Ms. Excel dan SPSS. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Setiadji. 2009. *Himpunan dan Logika Samar serta Aplikasinya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Solikin, F. 2011. *Aplikasi Logika Fuzzy Dalam Optimasi Produksi Barang Menggunakan Metode Mamdani dan Metode Sugeno*. Yogyakarta : FMIPA UNY. (http://eprints.uny.ac.id/1746/1/Fajar_Silikin_(04305144018).pdf), diakses 21 Maret 2013.

Suwandi. 2011. *Aplikasi Sistem Inferensi Fuzzy Metode Sugeno Dalam Memperkirakan Produksi Air Mineral Dalam Kemasan*. Surabaya : ITS. (http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Master-16955-Paper-pdf.pdf), diakses 16 Maret 2013.

Tripena, A. 2011. *Peramalan Indeks Harga Konsumen dan Inflasi Indonesia dengan Metode ARIMA Box-Jenkins*. Jurnal Magistra, (Online), XXIII(75) : 11-12, (http://journal.unwidha.ac.id/index.php/magistra/article/download/70/32), diakses 25 Februari 2013.

Walpole, R.E. 1992. *Pengantar Statistika*. Edisi Ke-3. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.

Zimmermann. 1991. *Fuzzy Sets Theory and Its Application*. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers.

Lampiran 1. Data Inflasi *Month To Month* Indonesia Menurut Kelompok Komoditi Tahun 2008-2012.

Bulan	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	Inflasi
Jan-08	2,77	2,02	1,80	2,31	0,72	0,01	0,24	1,77
Feb-08	1,59	0,88	-0,01	0,76	1,56	0,04	0,02	0,65
Mar-08	1,44	1,08	0,99	1,17	0,69	0,09	0,11	0,95
Apr-08	0,55	0,86	1,62	-0,27	1,88	0,13	-1,18	0,57
Mei-08	1,72	0,86	1,58	-0,16	0,69	0,37	2,23	1,41
Jun-08	1,28	1,33	1,14	0,49	0,83	0,44	8,72	2,46
Jul-08	1,85	1,07	1,80	0,81	0,71	1,74	0,71	1,37
Agust-08	0,94	0,59	0,53	-0,53	0,56	1,36	-0,01	0,51
Sep-08	1,90	0,94	1,22	0,50	0,36	0,63	0,22	0,97
Okt-08	0,71	0,77	0,24	0,71	0,52	0,39	0,10	0,45
Nop-08	-0,67	1,13	0,23	0,72	0,37	0,26	-0,31	0,12
Des-08	0,57	0,52	0,52	1,13	0,21	0,16	-2,74	-0,04
Jan-09	0,76	0,95	-0,06	0,55	0,37	0,12	-2,53	-0,07
Feb-09	0,95	0,91	0,28	2,85	0,17	0,04	-2,43	0,21
Mar-09	-0,26	0,52	0,20	1,02	0,73	0,06	0,25	0,22
Apr-09	-1,33	0,40	0,12	-1,70	0,34	0,05	0,07	-0,31
Mei-09	-0,25	0,48	0,09	-0,48	0,62	0,07	0,00	0,04
Jun-09	-0,18	0,29	0,04	0,30	0,23	0,09	0,25	0,11
Jul-09	1,14	0,29	0,08	-0,23	0,13	1,21	0,28	0,45
Agust-09	1,29	0,73	0,21	0,01	0,35	1,26	-0,02	0,56
Sep-09	2,43	1,08	0,18	1,28	0,29	0,43	0,89	1,05
Okt-09	0,28	0,70	0,24	0,37	0,20	0,34	-0,71	0,19
Nop-09	-0,82	0,26	0,15	0,98	0,19	0,13	-0,08	-0,03
Des-09	-0,13	0,93	0,28	0,95	0,20	0,01	0,35	0,33

Lampiran 1. (Lanjutan)

Bulan	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	Inflasi
Jan-10	1,73	1,93	0,34	-0,20	0,15	0,10	0,16	0,84
Feb-10	0,86	0,40	0,20	-0,47	0,18	0,07	0,11	0,30
Mar-10	-0,91	0,28	0,13	0,01	0,25	0,02	0,07	-0,14
Apr-10	0,33	0,24	0,10	0,14	0,17	0,01	0,04	0,15
Mei-10	0,49	0,34	0,09	1,19	0,11	0,02	0,02	0,29
Jun-10	3,20	0,41	0,23	0,93	0,06	0,06	0,15	0,97
Jul-10	4,69	0,65	0,26	-0,09	0,27	0,86	1,51	1,57
Agust-10	0,47	0,67	1,59	0,06	0,27	1,27	0,36	0,76
Sep-10	0,44	0,52	0,25	1,08	0,23	0,26	0,57	0,44
Okt-10	-0,85	0,48	0,36	1,73	0,24	0,44	-0,57	0,06
Nop-10	1,49	0,46	0,25	0,89	0,09	0,08	0,01	0,60
Des-10	2,81	0,36	0,21	1,08	0,16	0,07	0,25	0,92
Jan-11	2,21	0,49	0,48	0,15	0,47	0,42	0,31	0,89
Feb-11	-0,33	0,47	0,40	-0,08	0,69	0,13	0,15	0,13
Mar-11	-1,94	0,32	0,29	0,38	0,38	0,17	0,08	-0,32
Apr-11	-1,90	0,20	0,21	0,75	0,38	0,08	0,07	-0,31
Mei-11	-0,28	0,22	0,25	0,64	0,50	0,03	0,14	0,12
Jun-11	1,27	0,41	0,30	0,57	0,41	0,18	0,15	0,55
Jul-11	1,84	0,42	0,19	0,62	0,27	0,97	0,17	0,67
Agust-11	1,07	0,46	0,33	3,07	0,26	2,14	0,80	0,93
Sep-11	-0,09	0,48	0,26	0,97	0,22	0,54	0,18	0,27
Okt-11	-0,35	0,26	0,20	-1,26	0,26	0,30	-0,41	-0,12
Nop-11	0,59	0,20	0,22	1,36	0,17	0,04	0,13	0,34
Des-11	1,62	0,50	0,28	0,20	0,17	0,07	0,14	0,57

Lampiran 1. (Lanjutan)

Bulan	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	Inflasi
Jan-12	1,85	0,65	0,54	-0,08	0,51	0,15	0,23	0,76
Feb-12	-0,73	0,34	0,27	1,22	0,15	0,08	0,06	0,05
Mar-12	-0,33	0,46	0,20	0,15	0,16	0,07	0,10	0,07
Apr-12	0,12	0,62	0,24	-0,46	0,23	0,06	0,21	0,21
Mei-12	-0,15	0,40	0,18	-0,22	0,18	0,02	0,07	0,07
Jun-12	1,57	0,48	0,36	0,39	0,21	0,11	0,03	0,62
Jul-12	1,68	0,89	0,16	0,18	0,42	0,56	0,31	0,70
Agust-12	1,48	0,67	0,26	0,86	0,24	1,70	1,50	0,95
Sep-12	-0,92	0,57	0,35	1,47	0,14	1,07	-0,80	0,01
Okt-12	-0,43	0,38	0,42	0,94	0,25	0,21	-0,02	0,16
Nop-12	-0,13	0,20	0,15	-0,10	0,21	0,06	0,23	0,07
Des-12	1,59	0,29	0,17	0,24	0,18	0,05	0,26	0,54

Keterangan:
X1 : Inflasi Harga Bahan Makanan.
X2 : Inflasi Harga Makanan Jadi, Minuman, Rokok dan Tembakau.
X3 : Inflasi Harga Perumahan, Air, Listrik, Gas dan Bahan Bakar.
X4 : Inflasi Harga Sandang.
X5 : Inflasi Harga Kesehatan.
X6 : Inflasi Harga Pendidikan, Rekreasi dan Olahraga.
X7 : Inflasi Harga Transpor, Komunikasi dan Jasa Keuangan.
Inflasi : Inflasi Umum *Month To Month*.

Lampiran 2. Output Regresi Linier Berganda Pada Data Inflasi *Month To Month* Indonesia Menurut Kelompok Komoditi dengan SPSS 18.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,999[a]	,998	,998	,02677

a. Predictors: (Constant), Inflasi Harga Transpor, Komunikasi dan Jasa Keuangan, Inflasi Harga Sandang, Inflasi Harga Kesehatan, Inflasi Harga Pendidikan, Rekreasi dan Olahraga, Inflasi Harga Bahan Makanan, Inflasi Harga Makanan Jadi, Minuman, Rokok dan Tembakau, Inflasi Harga Perumahan, Air, Listrik, Gas dan Bahan Bakar

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	15,113	7	2,159	3011,808	,000[a]
	Residual	,029	40	,001		
	Total	15,142	47			

a. Predictors: (Constant), Inflasi Harga Transpor, Komunikasi dan Jasa Keuangan, Inflasi Harga Sandang, Inflasi Harga Kesehatan, Inflasi Harga Pendidikan, Rekreasi dan Olahraga, Inflasi Harga Bahan Makanan, Inflasi Harga Makanan Jadi, Minuman, Rokok dan Tembakau, Inflasi Harga Perumahan, Air, Listrik, Gas dan Bahan Bakar

b. Dependent Variable: Inflasi Umum Month To Month

Lampiran 2. (Lanjutan)

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-,016	,009		-1,868	,069
	Inflasi Harga Bahan Makanan	,238	,003	,550	70,122	,000
	Inflasi Harga Makanan Jadi, Minuman, Rokok dan Tembakau	,173	,013	,122	13,713	,000
	Inflasi Harga Perumahan, Air, Listrik, Gas dan Bahan Bakar	,262	,011	,228	24,416	,000
	Inflasi Harga Sandang	,077	,005	,119	16,436	,000
	Inflasi Harga Kesehatan	,054	,013	,033	4,069	,000
	Inflasi Harga Pendidikan, Rekreasi dan Olahraga	,050	,009	,044	5,781	,000
	Inflasi Harga Transpor, Komunikasi dan Jasa Keuangan	,177	,003	,470	64,068	,000

a. Dependent Variable: Inflasi Umum Month To Month

Lampiran 3. Output Uji Asumsi Regresi Linier Berganda Pada Data Inflasi *Month To Month* Menurut Kelompok Komoditi dengan SPSS 18.

A. Asumsi Kenormalan Galat (Uji Kolmogorov Smirnov)

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Unstandardized Residual
N		48
Normal Parameters[a,b]	Mean	,0000000
	Std. Deviation	,02469986
Most Extreme Differences	Absolute	,075
	Positive	,075
	Negative	-,067
Kolmogorov-Smirnov Z		,519
Asymp. Sig. (2-tailed)		,951

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

B. Asumsi Kehomogenan Ragam Galat (Uji Glejser)

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,018	,005		3,554	,001
	Inflasi Harga Bahan Makanan	,001	,002	,092	,548	,586
	Inflasi Harga Makanan Jadi, Minuman, Rokok dan Tembakau	-,003	,007	-,080	-,422	,675
	Inflasi Harga Perumahan, Air, Listrik, Gas dan Bahan Bakar	,011	,006	,360	1,815	,077
	Inflasi Harga Sandang	,003	,003	,146	,950	,348
	Inflasi Harga Kesehatan	-,009	,008	-,206	-1,201	,237
	Inflasi Harga Pendidikan, Rekreasi dan Olahraga	-3,566E-6	,005	,000	-,001	,999
	Inflasi Harga Transpor, Komunikasi dan Jasa Keuangan	-,001	,002	-,106	-,681	,500

a. Dependent Variable: ABS_RES

Lampiran 3. (Lanjutan)

C. Asumsi Non-Multikolinieritas

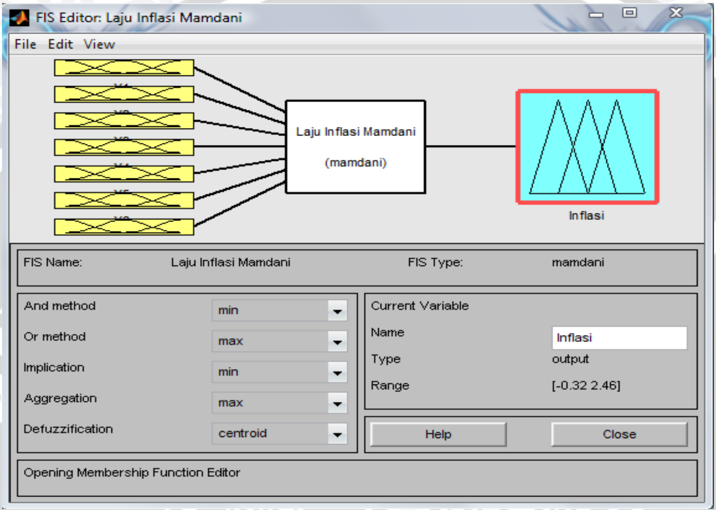
Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	-,016	,009		-1,868	,069		
	Inflasi Harga Bahan Makanan	,238	,003	,550	70,122	,000	,769	1,301
	Inflasi Harga Makanan Jadi, Minuman, Rokok dan Tembakau	,173	,013	,122	13,713	,000	,596	1,679
	Inflasi Harga Perumahan, Air, Listrik, Gas dan Bahan Bakar	,262	,011	,228	24,416	,000	,543	1,843
	Inflasi Harga Sandang	,077	,005	,119	16,436	,000	,901	1,110
	Inflasi Harga Kesehatan	,054	,013	,033	4,069	,000	,728	1,374
	Inflasi Harga Pendidikan, Rekreasi dan Olahraga	,050	,009	,044	5,781	,000	,823	1,215
	Inflasi Harga Transpor, Komunikasi dan Jasa Keuangan	,177	,003	,470	64,068	,000	,879	1,137

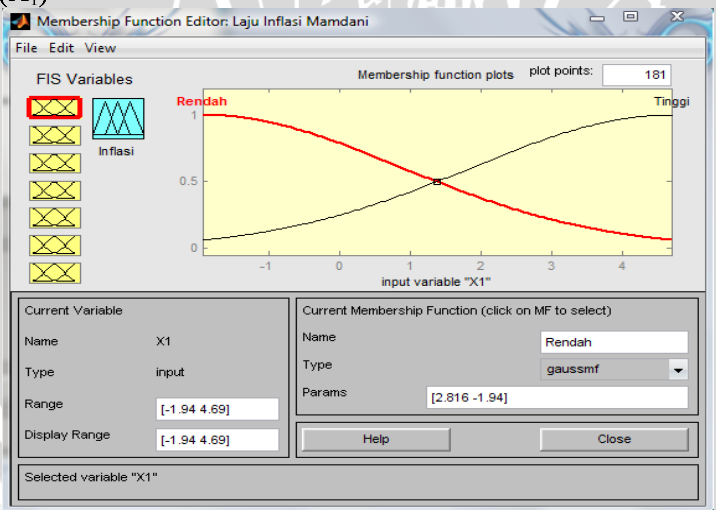
a. Dependent Variable: Inflasi Umum Month To Month

Lampiran 4. Proses Pengolahan Data Menggunakan Matlab 7.7 dengan Metode Mamdani.

A. *FIS Editor*

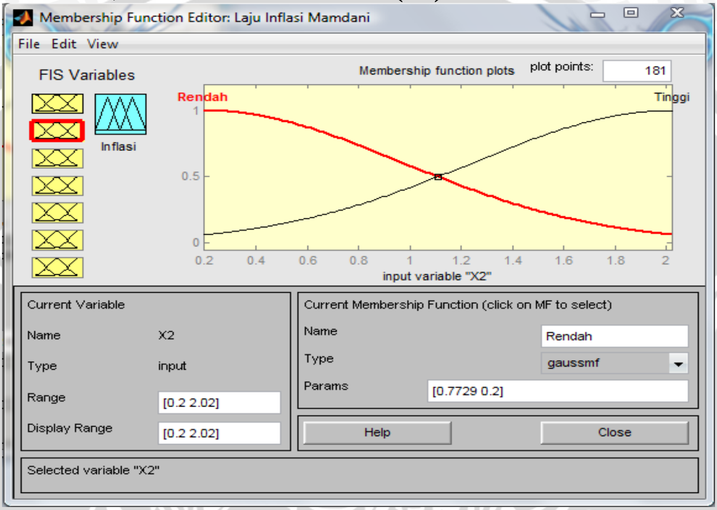


B. Fungsi Keanggotaan Variabel Inflasi Harga Bahan Makanan (X_1)

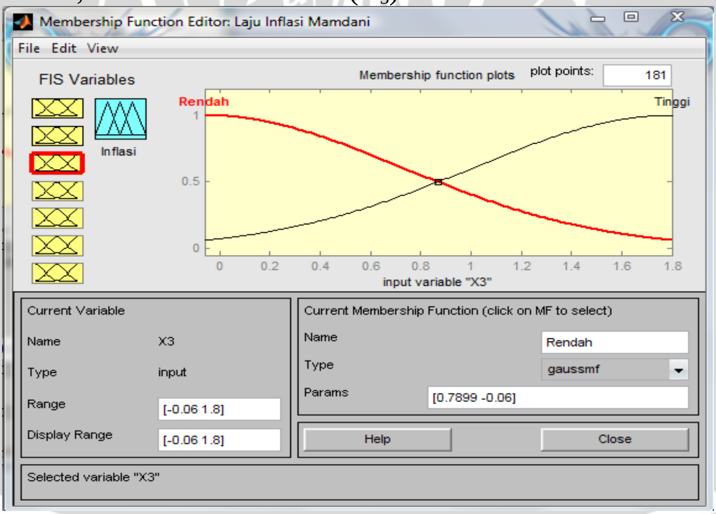


Lampiran 4. (Lanjutan)

C. Fungsi Keanggotaan Variabel Inflasi Harga Makanan Jadi, Minuman, Rokok dan Tembakau (X_2)

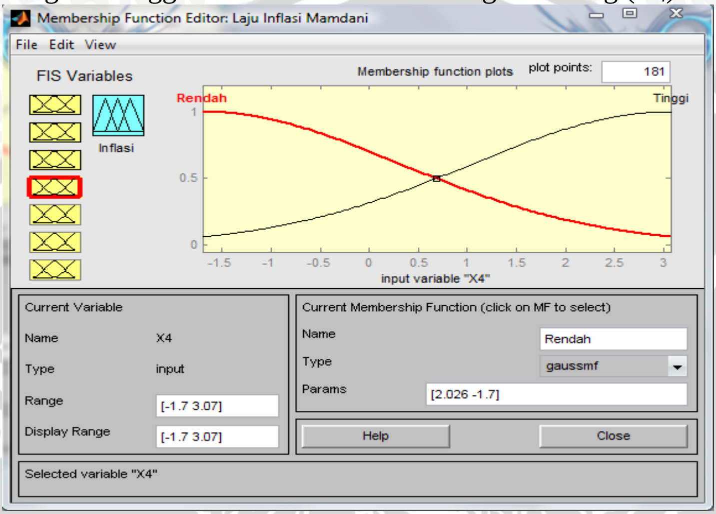


D. Fungsi Keanggotaan Variabel Inflasi Harga Perumahan, Air, Listrik, Gas dan Bahan bakar (X_3)

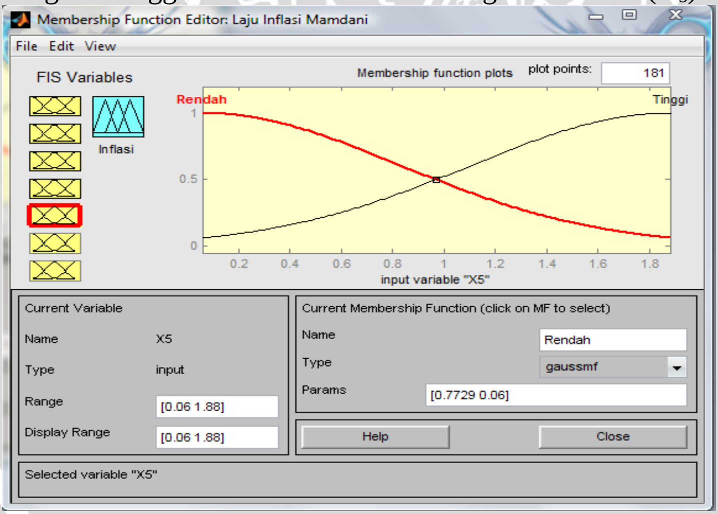


Lampiran 4. (Lanjutan)

E. Fungsi Keanggotaan Variabel Inflasi Harga Sandang (X_4)

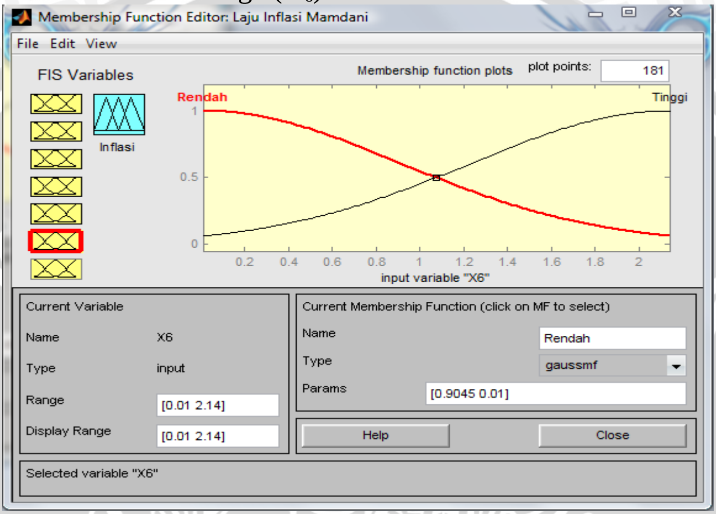


F. Fungsi Keanggotaan Variabel Inflasi Harga Kesehatan (X_5)

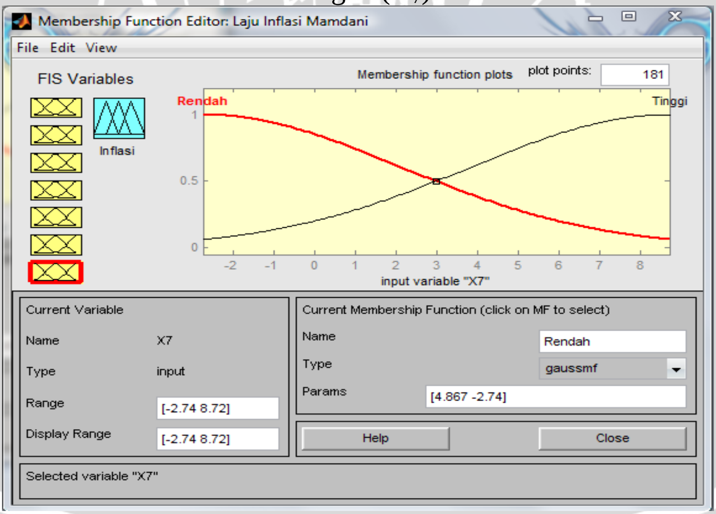


Lampiran 4. (Lanjutan)

G. Fungsi Keanggotaan Variabel Inflasi Harga Pendidikan, Rekreasi dan Olahraga (X_6)

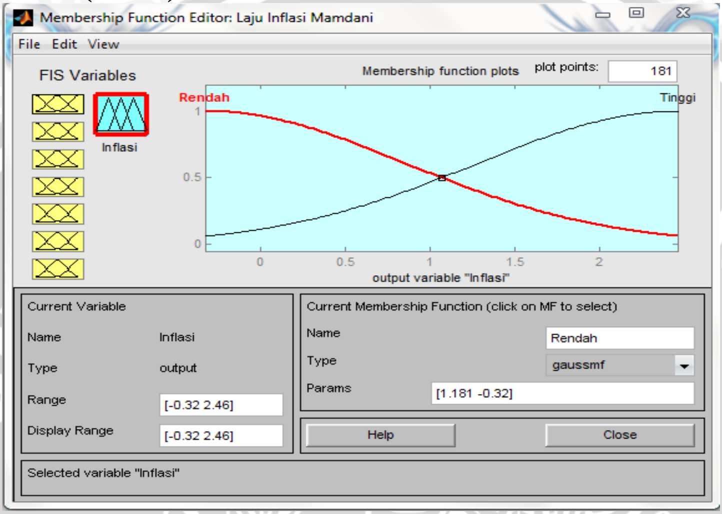


H. Fungsi Keanggotaan Variabel Inflasi Harga Transpor, Komunikasi dan Jasa Keuangan (X_7)

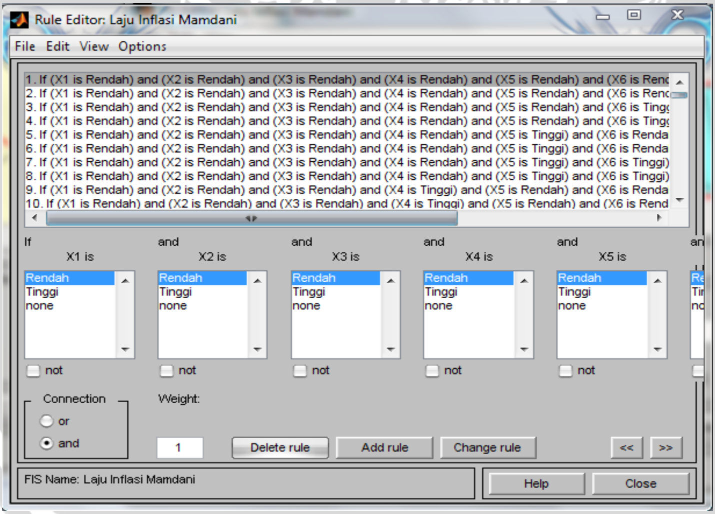


Lampiran 4. (Lanjutan)

I. Fungsi Keanggotaan Variabel Inflasi Umum *Month To Month* (Inflasi)

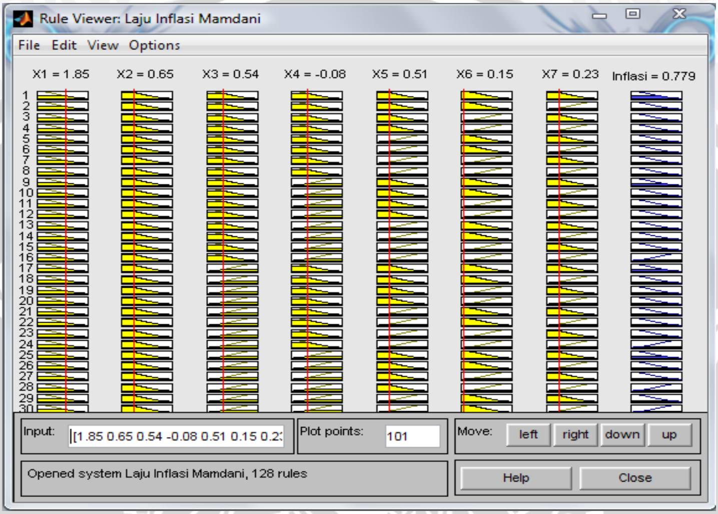


J. *Rule Editor*



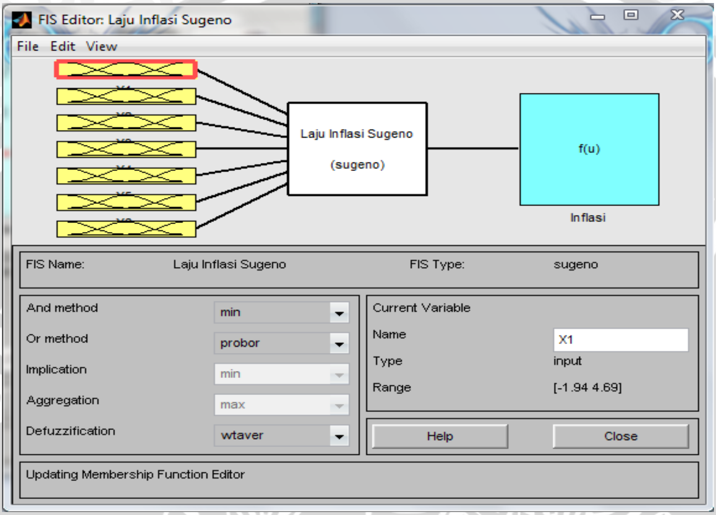
Lampiran 4. (Lanjutan)

K. *Rule Viewer*

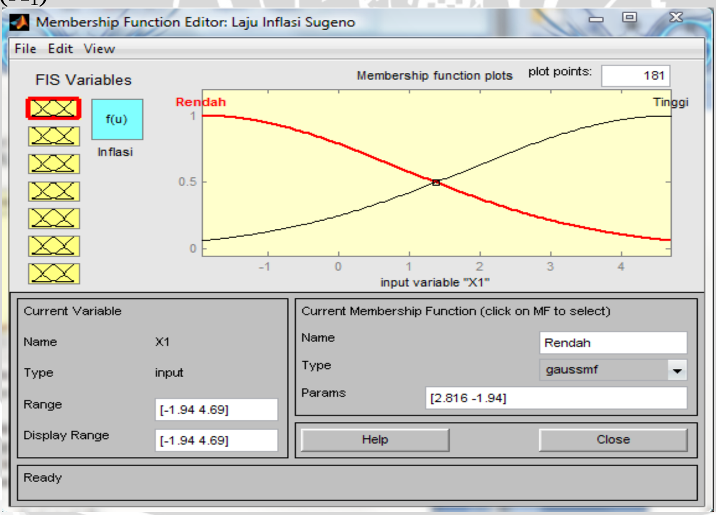


Lampiran 5. Proses Pengolahan Data Menggunakan Matlab 7.7 dengan Metode Sugeno.

A. *FIS Editor*

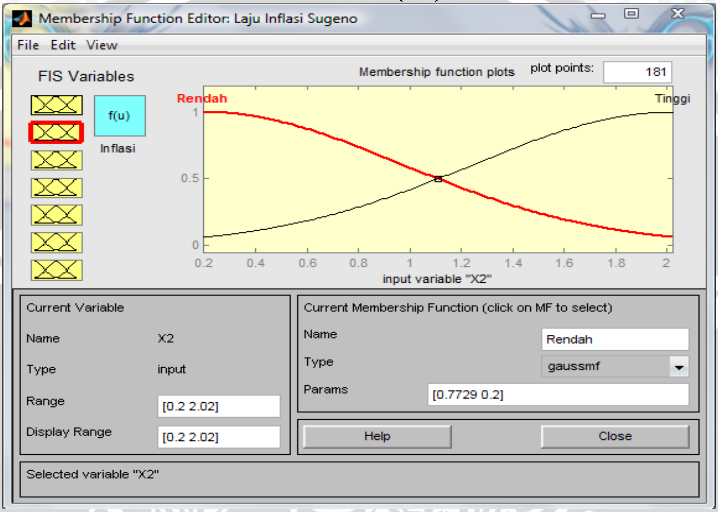


B. Fungsi Keanggotaan Variabel Inflasi Harga Bahan Makanan (X_1)

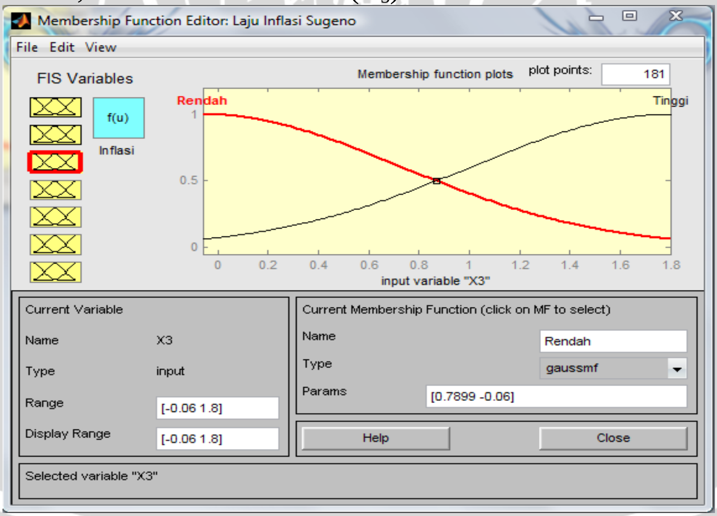


Lampiran 5. (Lanjutan)

C. Fungsi Keanggotaan Variabel Inflasi Harga Makanan Jadi, Minuman, Rokok dan Tembakau (X_2)

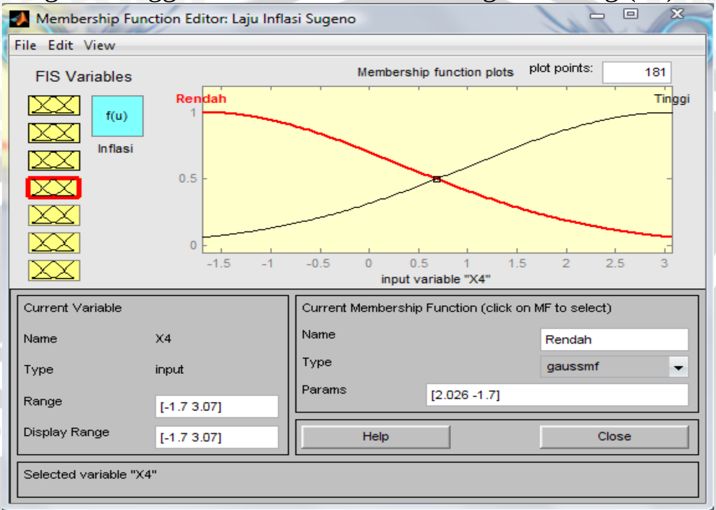


D. Fungsi Keanggotaan Variabel Inflasi Harga Perumahan, Air, Listrik, Gas dan Bahan bakar (X_3)

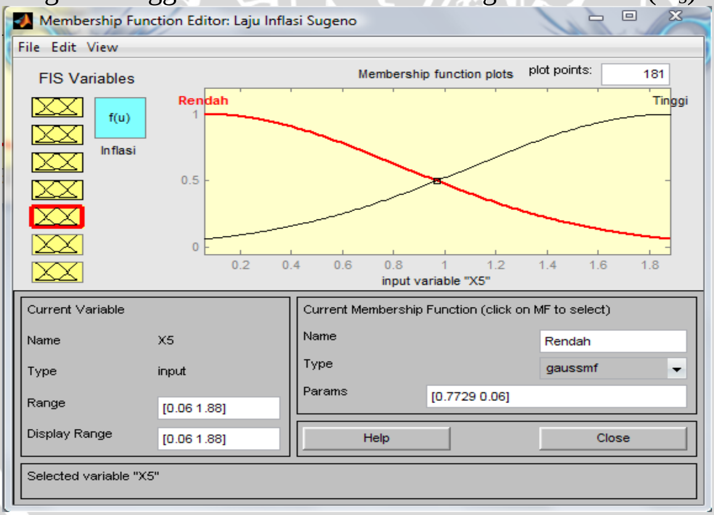


Lampiran 5. (Lanjutan)

E. Fungsi Keanggotaan Variabel Inflasi Harga Sandang (X_4)

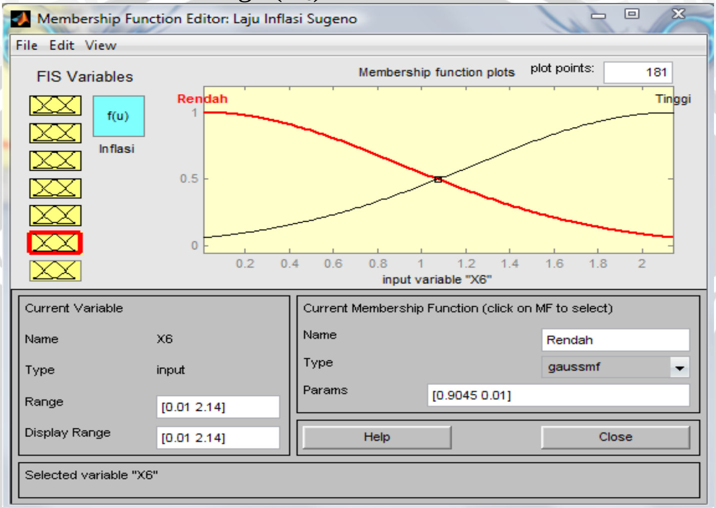


F. Fungsi Keanggotaan Variabel Inflasi Harga Kesehatan (X_5)

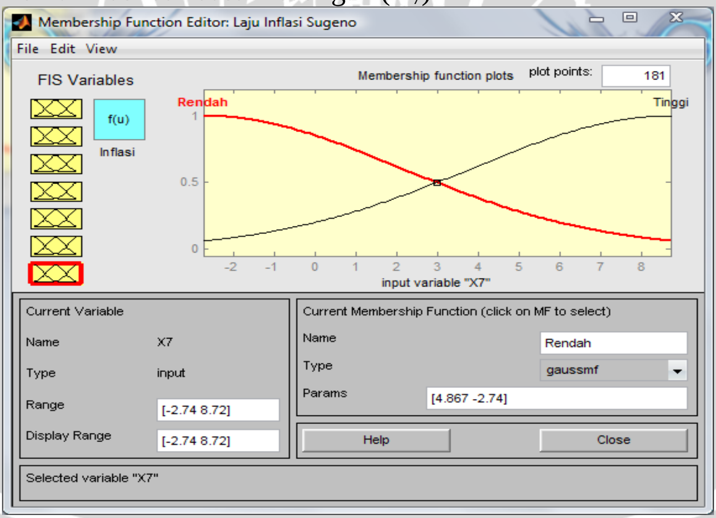


Lampiran 5. (Lanjutan)

G. Fungsi Keanggotaan Variabel Inflasi Harga Pendidikan, Rekreasi dan Olahraga (X_6)

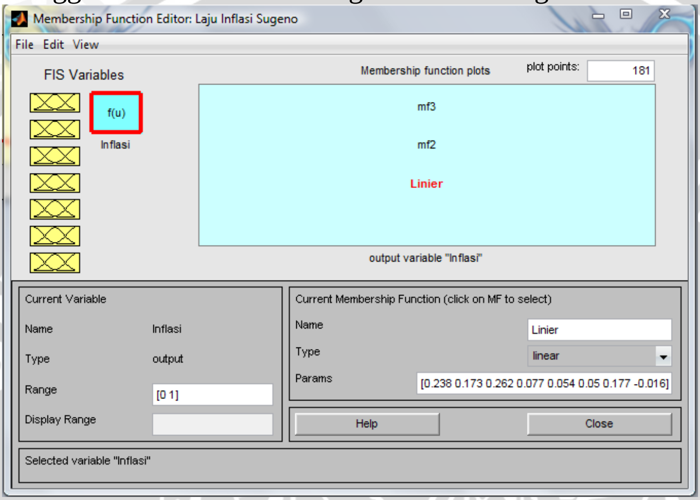


H. Fungsi Keanggotaan Variabel Inflasi Harga Transpor, Komunikasi dan Jasa Keuangan (X_7)

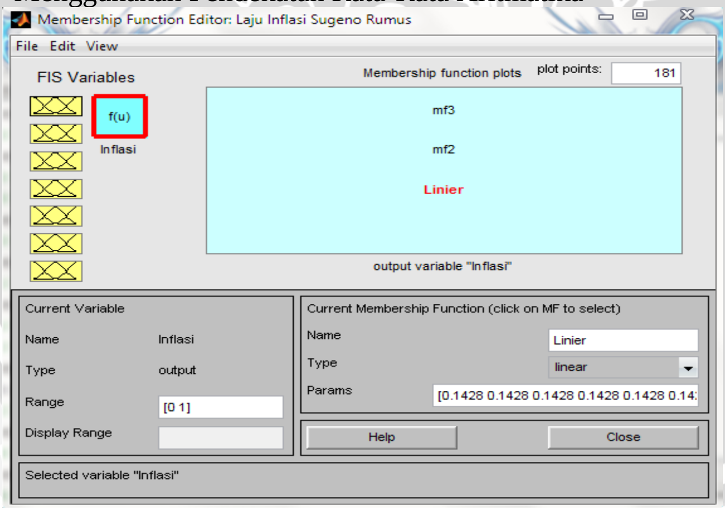


Lampiran 5. (Lanjutan)

I. Fungsi Keanggotaan Variabel Inflasi Umum *Month To Month* (Inflasi) untuk Metode Sugeno dengan Konsekuen Menggunakan Pendekatan Regresi Linier Berganda

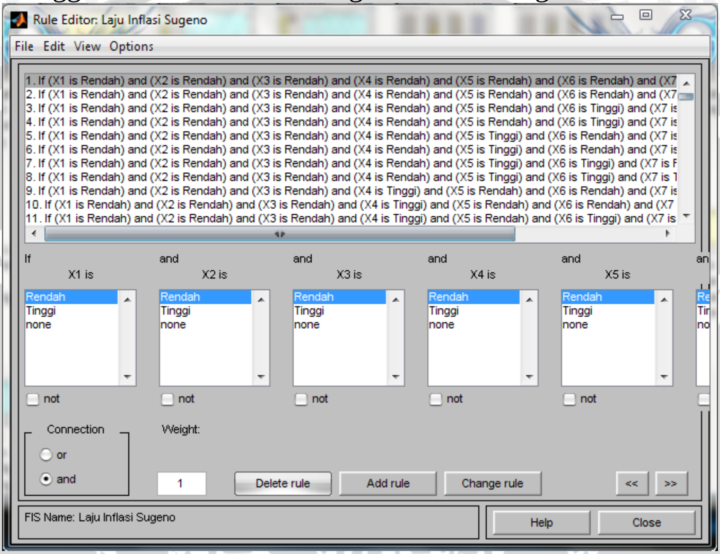


J. Fungsi Keanggotaan Variabel Inflasi Umum *Month To Month* (Inflasi) untuk Metode Sugeno dengan Konsekuen Menggunakan Pendekatan Rata-Rata Aritmatika

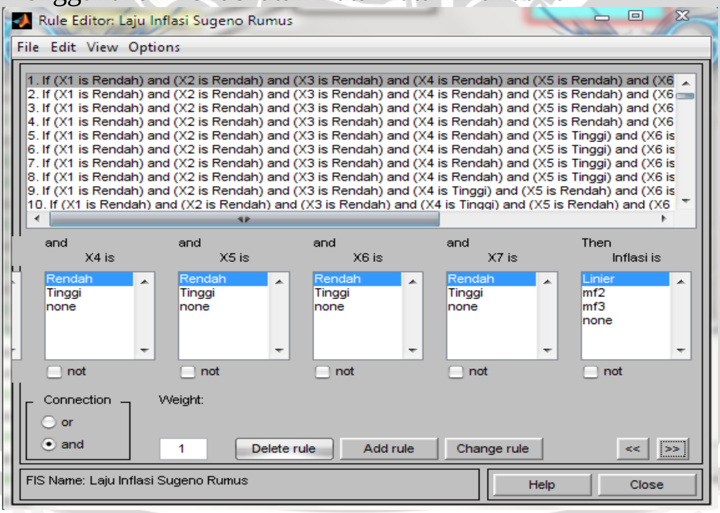


Lampiran 5. (Lanjutan)

K. *Rule Editor* untuk Metode Sugeno dengan Konsekuen Menggunakan Pendekatan Regresi Linier Berganda

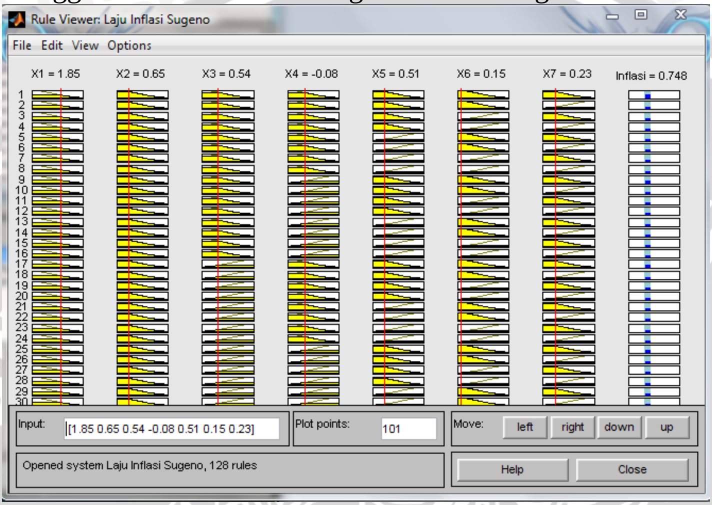


L. *Rule Editor* untuk Metode Sugeno dengan Konsekuen Menggunakan Pendekatan Rata-Rata Aritmatika

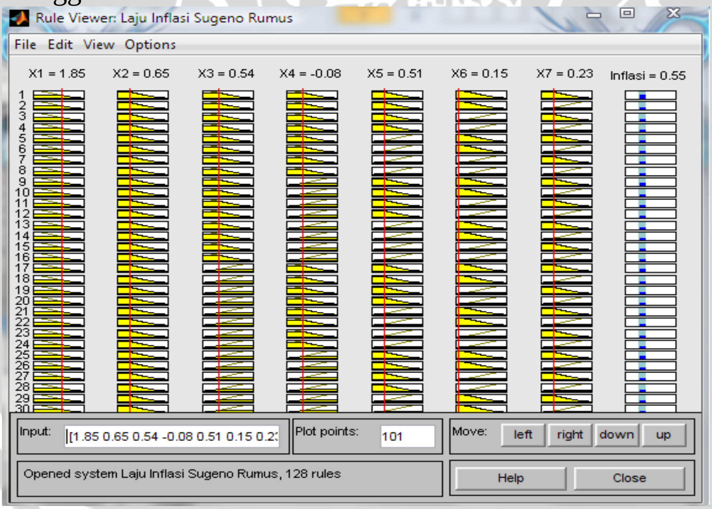


Lampiran 5. (Lanjutan)

M. *Rule Viewer* untuk Metode Sugeno dengan Konsekuen Menggunakan Pendekatan Regresi Linier Berganda

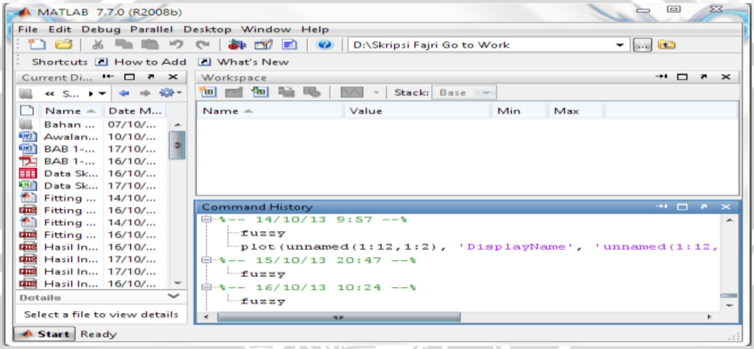


N. *Rule Viewer* untuk Metode Sugeno dengan Konsekuen Menggunakan Pendekatan Rata-Rata Aritmatika

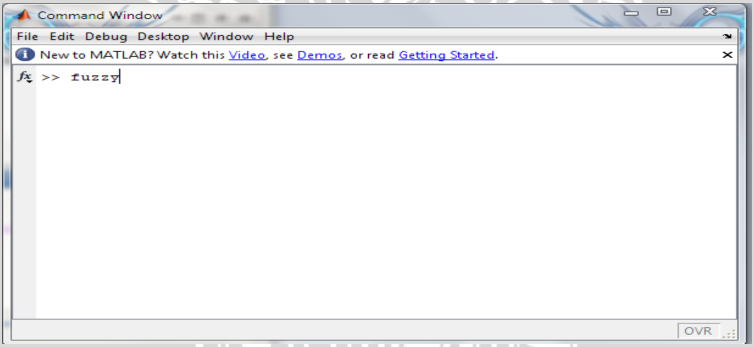


Lampiran 6. Langkah-Langkah Aplikasi *Fuzzy Inference System* (FIS) dengan MATLAB 7.7.

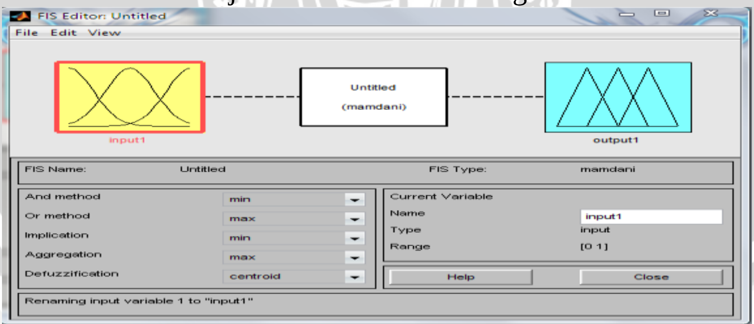
1. Langkah pertama adalah buka Matlab 7.7 kemudian arahkan *Current Directory* pada posisi *folder* yang tepat.



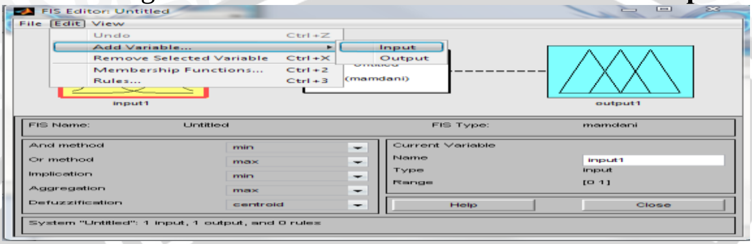
2. Pada *Command Window* ketik "**fuzzy**".



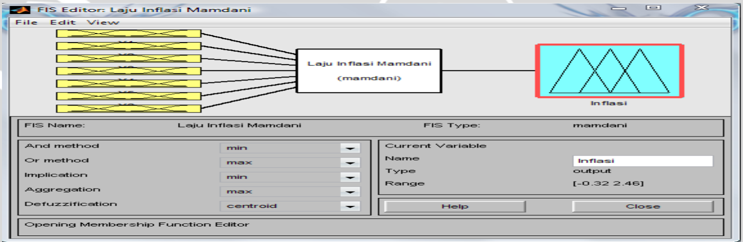
3. Maka akan muncul jendela ***FIS Editor*** sebagai berikut.



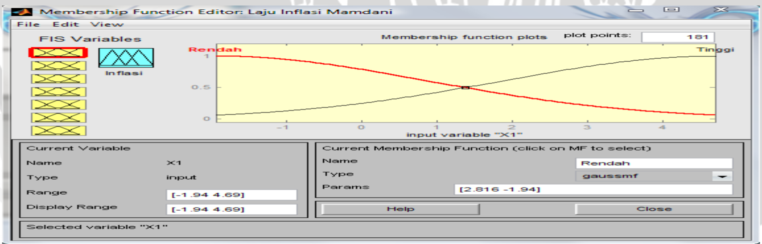
4. Secara default Matlab menyediakan satu input, satu output dan satu aturan (rule) bertipe Mamdani. Karena pada penelitian ini menggunakan tujuh variabel input, maka perlu ditambahkan variabel dengan cara klik: ***Edit*** > ***Add Variable*** > **Klik "Input"**.



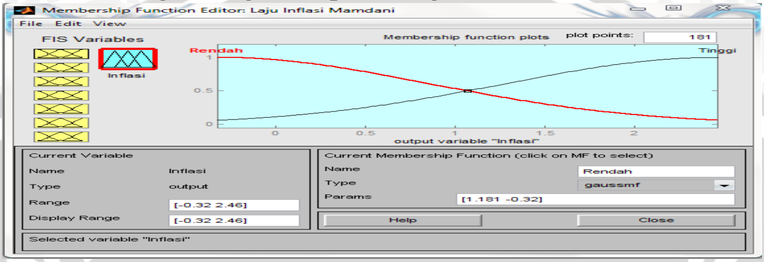
5. Tambahkan **X1**, **X2**, **X3**, hingga **X7** sebagai variabel input, kemudian beri nama "**Inflasi**" untuk variabel output.



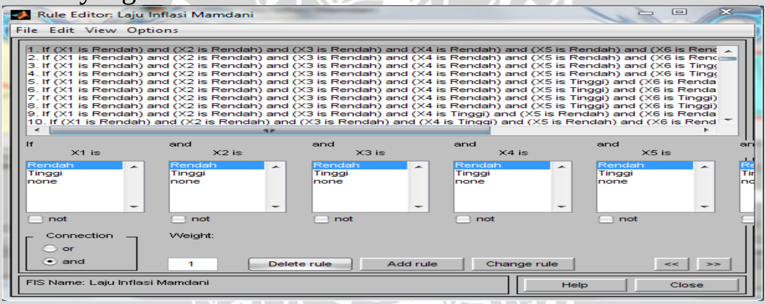
6. Langkah berikutnya adalah membuat fungsi keanggotaan (*membership function*) untuk input. Misal variabel X1 terlebih dahulu, dobel klik pada input X1, maka akan muncul jendela baru untuk mengatur fungsi keanggotaan, range dan tipenya yaitu ***Membership Function Editor***. Nama fungsi keanggotaan pada FIS berupa ciri verbal, inputkan **Rendah** dan **Tinggi**. Range menyatakan domain variabel X1, inputkan **(-1,64 – 4,69)**. Tipe menyatakan jenis representasi kurva fungsi keanggotaan, pilih "**gaussmf**". Kemudian, isikan nilai parameter kurvanya.



7. Dengan cara yang sama dengan langkah keenam, buat untuk inputan kedua hingga ketujuh (X2 – X7).
8. Berikutnya merancang fungsi keanggotaan untuk variabel output “**Inflasi**” dengan langkah seperti langkah keenam.



9. Jika telah selesai, maka terakhir adalah membuat aturan pada ***Rule Editor***. Close terlebih dahulu ***Membership Function Editor***. **Dobel klik pada bagian tengah FIS Editor**. Isikan aturan yang sesuai.



10. Untuk melihat hasil prediksi FIS dengan menggunakan Matlab klik: **View** > **Rules**. Kemudian inputkan nilai X1 hingga X7 pada kolom “**input”** lalu tekan Enter. Maka akan diperoleh hasil prediksi dengan melihat nilai “**Inflasi**”.