

Original Research Paper

Analisa dan Penerapan Sistem Inferensi Fuzzy Metode Mamdani untuk Penentuan Penerima Beasiswa

Munawaroh¹, Normalisa¹, Alvino Octaviano¹

¹ Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Indonesia.

Article History

Received:
20.01.2019

Revised:
19.03.2019

Accepted:
05.04.2019

*Corresponding Author:

Normalisa

Email:
dosen00377@unpam.ac.id

This is an open access article,
licensed under: [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)



Abstrak: Beasiswa merupakan pemberian berupa bantuan keuangan yang diberikan kepada perorangan. Beasiswa bertujuan untuk digunakan demi keberlangsungan pendidikan yang ditempuh. SMAN 1 Parung merupakan lembaga formal milik pemerintah yang bergerak pada bidang pendidikan. SMAN 1 Parung mempunyai program beasiswa untuk siswa berprestasi yang kurang mampu. Masalah yang kerap kali terjadi yaitu tidak tepatnya pemberian beasiswa karena hanya menggunakan rata-rata nilai rapor. Berdasarkan masalah tersebut, penulis melakukan penelitian untuk menentukan penerima beasiswa menggunakan Sistem Inferensi Fuzzy metode Mamdani, dengan kriteria rata-rata nilai rapor, pendapatan orang tua, dan jumlah tanggungan orang tua. Pendekatan yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan penelitian melalui studi pustaka dari penelitian terdahulu tentang penentuan penerima beasiswa, teori tentang logika fuzzy metode Mamdani, kemudian menyusun tahap-tahap yang harus dilakukan dalam penelitian. Penerapan metode dan kriteri diharapkan dapat diperoleh perhitungan yang akurat sehingga menghasilkan penilaian yang akurat terhadap siswa-siswi yang berhak mendapatkan beasiswa.

Kata Kunci: Metode Mamdani, Pengambilan Keputusan, Sistem Inferensi Fuzzy.

Analysis and Application of the Mamdani Method Fuzzy Inference System for Determining Scholarship Recipients

Abstract: Scholarships are gifts in the form of financial assistance given to individuals. Scholarships aim to be used for the sustainability of the education being pursued. SMAN 1 Parung is a formal government-owned institution which is engaged in education. SMAN 1 Parung has a scholarship program for underachievers. A problem that often occurs is the inaccuracy of scholarships because they only use an average report card grade. Based on these problems, the authors conducted a study to determine the recipient of the scholarship using the Mamdani method of fuzzy inference, with criteria for the average value of report cards, parental income, and the number of dependent parents. The approach used to solve research problems through literature studies from previous research on the determination of scholarship recipients, the theory of fuzzy logic Mamdani method, then arrange the stages that must be done in research. The application of methods and criteria is expected to be obtained by accurate calculations so as to produce an accurate assessment of students who are entitled to scholarships.

Keywords: Decision Making, Fuzzy Inference System, Mamdani Method.



1. Pendahuluan

Beasiswa adalah bantuan yang diberikan oleh pihak tertentu untuk perorangan yang digunakan demi keberlangsungan pendidikan yang ditempuh [1]. Hal yang mendasari mengenai beasiswa yaitu Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 Bab V pasal 12 (1.c) yang menyebutkan bahwa setiap peserta didik pada setiap satuan pendidikan berhak mendapatkan beasiswa bagi yang berprestasi dan memiliki orang tua yang kurang mampu untuk membiayai pendidikannya. Pasal 12 (1.d) menyebutkan bahwa setiap peserta didik pada setiap satuan pendidikan berhak mendapatkan biaya pendidikan bagi siswa yang orang tuanya kurang mampu membiayai pendidikan. Selain itu, pasal 31(1) Undang-Undang Dasar 1945 menegaskan bahwa setiap warga negara berhak mendapatkan pengajaran. Berdasarkan pasal tersebut, pemerintah wajib memberikan kemudahan kepada masyarakat untuk mengenyam pendidikan yang berkualitas tanpa adanya diskriminasi sosial. Selain itu, penyelenggaraan pendidikan berkualitas diperlukan biaya yang cukup besar. Oleh karena itu, bagi setiap peserta didik pada setiap satuan pendidikan berhak mendapatkan biaya pendidikan. Hal tersebut diperuntukan bagi siswa yang memiliki orang tua tidak mampu secara ekonomi untuk membiayai pendidikan. Selain tidak mampu secara ekonomi, siswa juga harus memiliki prestasi untuk mendapatkan beasiswa.

SMAN 1 Parung merupakan lembaga formal milik pemerintah yang bergerak pada bidang pendidikan. SMAN 1 Parung mempunyai visi untuk mengembangkan siswa-siswi yang berprestasi pada semua bidang. Penerima beasiswa di SMAN 1 Parung ditentukan berdasarkan rata-rata nilai rapor. Permasalahan yang sering muncul pada pemberian beasiswa ini adalah sulitnya menentukan siswa yang berhak menerima beasiswa karena hanya menggunakan rata-rata nilai rapor, sehingga siswa-siswi yang nilai rata-rata rapornya tinggi berhak mendapatkan beasiswa. Oleh karena itu, maka perlu dilakukan penelitian yang akan membantu penentuan peserta didik yang berhak untuk mendapatkan beasiswa tersebut. Oleh sebab itu, permasalahan tersebut diharapkan dapat diselesaikan dengan menggunakan *fuzzy inference system* metode Mamdani untuk menentukan penerima beasiswa. Metode tersebut diharapkan dapat menghasilkan keputusan terbaik untuk penerima beasiswa berdasarkan kriteria-kriteria yang digunakan pada penelitian ini.

2. Tinjauan Pustaka

Penelitian mengenai Analisis dan Penerapan *Fuzzy Inference System* Metode Mamdani untuk Penentuan Penerima Beasiswa, mengacu pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Wibowo et al. [2] yang berjudul Sistem Pendukung Keputusan untuk Menentukan Penerima Beasiswa Bank BRI Menggunakan FMADM (Studi Kasus: Mahasiswa Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia). Pada penelitian tersebut diangkat suatu kasus yaitu mencari alternatif terbaik berdasarkan kriteria-kriteria yang telah ditentukan dengan menggunakan metode *Simple Additive Weighting* (SAW) untuk perhitungan metode *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making* (FMADM) pada kasus tersebut. Penelitian tersebut dilakukan dengan mencari nilai bobot untuk setiap atribut. Tahap selanjutnya dilakukan proses perankingan yang akan menentukan alternatif yang optimal yaitu mahasiswa terbaik yang akan menerima beasiswa. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Kusumadewi [3] dengan judul “Pencarian Bobot Atribut pada Multiple Attribute Decision Making (MADM) Dengan Pendekatan Obyektif Menggunakan Algoritma”. Penelitian tersebut membahas tentang kasus seleksi calon dosen di Fakultas Teknik Informatika Universitas Islam Indonesia (FTI UII) dengan menggunakan algoritma genetika untuk mencari nilai bobot atribut melalui pendekatan obyektif. Langkah pertama penelitian tersebut adalah penetapan sejumlah alternatif dan beberapa atribut (kriteria). Tahap selanjutnya, pencarian bobot melalui pendekatan obyektif pencarian bobot dengan algoritma genetika. Tahap terakhir pada penelitian tersebut adalah proses pe-ranking-an. Selain itu, Hafsah [4] dengan judul “Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Jurusan di SMU dengan Logika *Fuzzy* “. Pada penelitian tersebut dikaji suatu kasus lembaga pendidikan seperti pendidikan SMU yang sering membutuhkan suatu bentuk keputusan pada saat memilih jurusan yang sesuai untuk siswa-siswi SMU. Keputusan yang diambil ketika memilih jurusan mungkin hampir benar sesuai dengan kemampuan, bakat dan minat siswa atau mungkin juga salah.

2.1. Beasiswa

Beasiswa merupakan bantuan pendidikan yang diatur berdasarkan Undang-Undang yang berlaku di Indonesia. Selain itu, terdapat bermacam-macam beasiswa diklasifikasikan berdasarkan penyedia beasiswa dan peruntukannya.

Beasiswa adalah penghasilan bagi yang menerimanya. Hal ini sesuai dengan ketentuan pasal 4 ayat (1) UU PPh/2000 yang menjelaskan pengertian penghasilan adalah tambahan kemampuan ekonomis dengan nama dan dalam bentuk apa pun yang diterima atau diperoleh dari sumber Indonesia atau luar Indonesia yang dapat digunakan untuk konsumsi atau menambah kekayaan Wajib Pajak (WP). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 Bab V pasal 12 (1.c) menyebutkan bahwa setiap peserta didik pada setiap satuan pendidikan berhak mendapatkan beasiswa bagi yang berprestasi dan memiliki orang tua yang kurang mampu membiayai pendidikannya. Pasal 12 (1.d) menyebutkan bahwa setiap peserta didik pada setiap satuan pendidikan berhak mendapatkan biaya pendidikan bagi mereka yang orang tuanya kurang mampu membiayai pendidikan. Beasiswa menjadi sarana bagi para pelajar maupun mahasiswa dengan kemampuan ekonomi terbatas namun ingin mengenyam pendidikan setinggi mungkin

Kategori Beasiswa menurut Buku Pintar Beasiswa, dari segi pendanaan yaitu beasiswa penuh dan beasiswa sebagian. Beasiswa sebagian (*partial scholarship*) adalah program beasiswa yang hanya menanggung biaya tertentu saja selama menjalani perkuliahan. Program tersebut biasanya banyak ditawarkan oleh pihak universitas atau untuk program pendidikan pendek (*short/summer course*). Macam-Macam beasiswa digolongkan berdasarkan pihak penyedia dan peruntukannya. Beasiswa yang digolongkan berdasarkan pihak penyedia meliputi:

1. Beasiswa dari pemerintah,
2. Beasiswa dari pihak swasta,
3. Beasiswa dari negara maju, dan
4. Beasiswa komunitas.

Macam-macam beasiswa di golongkan peruntukannya meliputi:

1. Beasiswa penghargaan,
2. Beasiswa bantuan,
3. Beasiswa atletik, dan
4. Beasiswa penuh.

2.2. Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Zadeh seorang kebangsaan Iran yang menjadi guru besar di University of California at Berkeley pada tahun 1965. Pada kamus Oxford, istilah *fuzzy* didefinisikan sebagai *blurred* atau kabur dan *imprecisely defined* atau tidak presisi serta *confused* atau membingungkan. Istilah sistem *fuzzy* tidak dimaksudkan untuk mengacu pada sebuah sistem yang tidak jelas definisinya, cara kerjanya ataupun deskripsinya. Sistem *fuzzy* adalah sebuah sistem yang dibangun dengan definisi, cara kerja, dan deskripsi yang jelas berdasar teori *fuzzy logic* [5].

Logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang *input* ke dalam suatu ruang *output* (Kusumadewi & Purnomo, 2004). Logika *fuzzy* sudah banyak diterapkan di pelbagai bidang baik di dunia industri maupun bisnis. Menurut Naba [5] alasan menggunakan logika *fuzzy* yaitu:

1. Konsep *fuzzy logic* sangat sederhana sehingga mudah dipahami. Kelebihannya dibandingkan konsep yang lain bukan pada kompleksitasnya, tetapi pada pendekatannya dalam memecahkan masalah.
2. Logika *fuzzy* merupakan konsep fleksibel yang dapat dibangun dan dikembangkan dengan mudah.
3. Logika *fuzzy* memberikan toleransi terhadap ketidak presisian data. Hal tersebut sangat cocok dengan fakta sehari-hari. Segala sesuatu di alam ini relatif tidak presisi.
4. Pemodelan/pemetaan untuk mencari hubungan data *input-output* dari sembarang sistem *black-box* bisa dilakukan dengan memakai sistem *fuzzy*.
5. Pengetahuan atau pengalaman dari para pakar dapat dengan mudah dipakai untuk membangun kosep *fuzzy*.
6. Logika *fuzzy* dapat diterapkan dalam desain sistem kontrol tanpa harus menghilangkan teknik desain sistem kontrol konvensional yang sudah terlebih dahulu ada.
7. Logika *fuzzy* berdasarkan pada bahasa manusia.

2.2.1. Himpunan Fuzzy

Himpunan *fuzzy* adalah sebuah himpunan keanggotaan dari tiap elemennya tidak mempunyai batas yang jelas. Pada prinsipnya himpunan *fuzzy* adalah perluasan himpunan *crisp*. Himpunan tersebut yang membagi sekelompok individu kedalam dua kategori yaitu anggota dan bukan anggota. Pada himpunan *crisp*, nilai keanggotaan suatu item x dalam suatu himpunan A sering ditulis dengan $\mu_A[x]$ yang memiliki 2 kemungkinan, yaitu:

1. Satu (1) yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan.
2. Nol (0) yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan.

Pada himpunan *crisp*, nilai keanggotaan ada 2 kemungkinan yaitu 0 atau 1. Sedangkan pada himpunan *fuzzy*, nilai keanggotaan terletak pada rentang 0 sampai 1. Ada beberapa istilah yang perlu diketahui dalam memahami sistem *fuzzy*, yaitu:

1. Variabel *fuzzy*,
2. Himpunan *fuzzy*,
3. Semesta Pembicaraan, dan
4. Domain *fuzzy*.

2.2.2. Fungsi keanggotaan

Fungsi derajat keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik *input* data pada derajat keanggotaan yang memiliki interval antara 0 sampai 1 [6]. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi.

Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan diantaranya:

1. Representasi linier,
2. Representasi kurva segitiga,
3. Representasi kurva trapezium,
4. Representasi kurva bentuk bahu,
5. Representasi kurva-S, dan
6. Representasi bentuk lonceng.

2.2.3. Operator Fuzzy

Jika G, H, A adalah himpunan *fuzzy* maka menurut Zimmermann [6] operator dasar himpunan *fuzzy* meliputi:

1. Operator AND

Hasil operator AND diperoleh dengan mengambil keanggotaan minimum antara himpunan *fuzzy* yang bersangkutan dan direpresentasikan dengan Persamaan (1):

$$\forall G, H \subset A, x \in A, \quad \mu_{G \cap H}(x) = \min(\mu_G(x), \mu_H(x)) \quad (1)$$

2. Operator OR

Hasil operator OR diperoleh dengan mengambil keanggotaan maksimum antar himpunan *fuzzy* yang bersangkutan dan direpresentasikan dengan Persamaan (2)

$$\forall G, H \subset A, x \in A, \quad \mu_{G \cup H}(x) = \max(\mu_G(x), \mu_H(x)) \quad (2)$$

2.2.4. Fungsi Implikasi dan inferensi aturan

Conditional fuzzy proposition merupakan bentuk relasi *fuzzy* yang ditandai dengan penggunaan pertanyaan IF yang secara umum dituliskan IF T is t THEN U is u . Proposisi yang mengikuti IF disebut anteseden sedangkan proposisi yang mengikuti THEN disebut konsekuen. Proposisi ini dapat diperluas dengan menggunakan operator *fuzzy* seperti pada Persamaan (3) [7]:

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

dengan \cup adalah operator (Misal :OR atau AND) (3)

Menurut Kusumadewi [8] jika suatu proposisi menggunakan bentuk terkondisi maka ada dua fungsi implikasi secara umum yang dapat digunakan yaitu metode minimum (α -cut) dan metode dot (*scalling*).

2.2.5. Sistem Inferensi Fuzzy Metode Mamdani

Metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama metode min-max. Metode tersebut diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Menurut Roses et al. [9] ada empat tahapan untuk mendapatkan *output* meliputi:

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

2.3. Matlab

Matlab adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi dengan arti perintah dan fungsi-fungsinya yang dapat dimengerti dengan mudah meskipun bagi seorang pemula [10]. Hal tersebut karena pada matlab, masalah dan solusi dapat diekspresikan dengan notasi-notasi matematis yang biasa digunakan.

Kegunaan umum dari matlab diantaranya:

1. Matematika dan komputasi
2. Pengembangan algoritma
3. Pemodelan dan simulasi
4. Pembuatan prototype
5. Analisis data
6. Eksplorasi
7. Visualisasi
8. Dan pengembangan aplikasi termasuk GUI

Matlab singkatan dari matrix laboratory, awalnya dibuat untuk menyediakan akses yang mudah untuk pengembangan software matriks pada proyek Linpack dan Eispack. Saat ini, matlab menggabungkan *Lapack* dan *Blas library* untuk komputasi matriks. Selain itu, matlab telah menjadi alat bantu standar instruksional pada perkuliahan pengenalan dan tingkat lanjut bidang matematika, teknik, dan sains.

Matlab memiliki *toolbox* yang memungkinkan pengguna bisa belajar dan menerapkan berbagai *specialized technology*. Beberapa bidang sudah tersedia *toolbox*nya pada matlab, meliputi logika *fuzzy*, sistem kontrol, dan pengolahan sinyal.

3. Metode Penelitian

Metode penelitian ini memiliki dua tahapan, yaitu tahap pengumpulan data dan tahap implementasi metode. Permasalahan penelitian ditentukan dari studi lapangan tentang kesulitan memilih siswa yang tepat untuk menerima beasiswa karena penentuan beasiswa ditentukan hanya dengan nilai rapor tanpa melihat sisi perspektif yang lain sehingga penerima beasiswa menjadi kurang tepat sasaran. Hal tersebut dikatakan sulit karena siswa yang mengajukan beasiswa cukup banyak dan banyak terdapat nilai yang sama sehingga apabila penentuan beasiswa hanya dilihat dari nilai maka hal tersebut akan mengakibatkan ketidakadilan bagi sebagian siswa. Oleh karena itu diperlukan analisa proses penentuan penerima beasiswa dengan logika *fuzzy* yang diharapkan dapat membantu pemberian beasiswa menjadi tepat sasaran. Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah model eksperimen. Penelitian eksperimen ini bertujuan untuk membuat penentuan penerima beasiswa berbasis logika *fuzzy* yang nantinya diharapkan dapat membantu menentukan penerima beasiswa sehingga tepat sasaran. Analisa Kasus ini dilakukan dengan menggunakan metode Mamdani.

3.1. Metode Analisis Data

Data primer pada penelitian ini adalah data yang diperoleh dari sumber-sumber asli. Sumber asli sebagai sumber pertama data tersebut diperoleh. Penelitian ini diasumsikan bahwa variabel *input* adalah rata-rata nilai rapor, pendapatan, dan tanggungan orang tua, sedangkan variabel *output* adalah beasiswa. Variabel rata-rata nilai rapor merupakan hasil penjumlahan seluruh nilai rapor kemudian dilakukan pembagian dengan banyaknya bilangan yang ditambahkan. Variabel pendapatan merupakan pendapatan orang tua siswa selama satu bulan. Variabel tanggungan orang tua adalah

banyaknya anak yang masih menjadi tanggung jawab orang tua. Variabel beasiswa adalah keluaran yang menentukan siswa tersebut layak mendapatkan beasiswa atau tidak. Identifikasi data merupakan awal dari metode analisis data. Identifikasi data dilakukan dengan penentuan variabel yang diperlukan untuk melakukan perhitungan dan analisis masalah. Perhitungan penentuan beasiswa dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya :

1. Data rata-rata nilai rapor,
2. Data pendapatan orang tua siswa selama 1 bulan, dan
3. Data tanggungan orang tua siswa.

Pembentukan Himpunan *Fuzzy*

Pada metode Mamdani baik variabel *input* maupun variabel *output* dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy. Metode Mamdani menekankan pada variabel dan semesta pembicaraan yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Variabel dan Semesta Pembicaraan

Fungsi	Variabel	Semesta Pembicaraan	Keterangan
<i>Input</i>	Rata-rata nilai rapor	[70-83]	Rata-rata nilai rapor selama 1 semester
	Pendapatan	[0-3.500.000]	Pendapatan orang tua siswa selama 1 bulan
	Tanggungan Orang Tua	[0-6]	Jumlah anak yang masih menjadi tanggungan orang tua
<i>Output</i>	Beasiswa	[0-5]	Skala kelayakan untuk mendapatkan beasiswa

Hal terpenting pada penggunaan metode *fuzzy* adalah himpunan *fuzzy* yang merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu pada suatu variabel *fuzzy* yang disajikan pada Tabel 2.

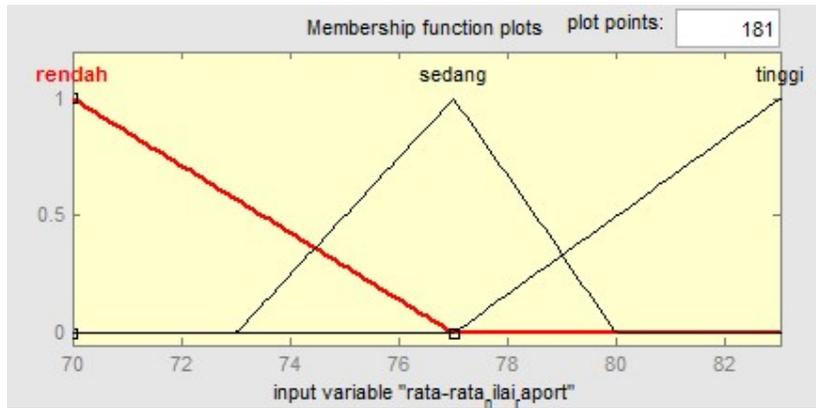
Tabel 2. Himpunan Fuzzy

FUNGSI	VARIABEL	HIMPUNAN FUZZY	SEMESTA PEMBICARAAN	DOMAIN
<i>Input</i>	Rata-Rata Nilai Rapor	Rendah	[70-83]	70,77
		Sedang		73,77,80
		Tinggi		77,83
	Pendapatan	Rendah	[0-3.500.000]	0-1500.000
		Sedang		500ribu-2,5juta
		Tinggi		1,5juta-3,5juta
	Tanggungan Orang Tua	Sedikit	[0-6]	0-3
		Sedang		2-4
		Banyak		3-6
<i>Output</i>	Beasiswa	Rendah	[0-5]	1-2,5
		Sedang		1,5-4
		Tinggi		3,5-5

Semua variabel pada Tabel 2. Memiliki tiga himpunan *fuzzy* yang dapat diketahui fungsi keanggotaannya. Variabel yang digunakan meliputi variabel *input* dan *output*. Berdasarkan Tabel 2. dapat diketahui bahwa variabel rata-rata nilai rapor terdiri dari tiga himpunan meliputi:

1. Rendah = [70,77]
2. Sedang = [73,77,80]
3. Tinggi = [77,83]

Himpunan *fuzzy* dapat digunakan untuk menyusun suatu fungsi keanggotaan yang memetakan suatu titik-titik *input* data pada derajat keanggotaan sehingga dapat dihasilkan suatu kurva yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Fungsi Keanggotaan Variabel Rata-Rata Nilai Rapor

Berdasarkan Gambar 1. dapat ditentukan ekspresi suatu fungsi keanggotaan. Fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* untuk variabel rerata nilai rapor dapat dilihat pada Persamaan (4)-(6):

$$\mu_{\text{rendah}} [x] : \begin{cases} (77-x)/7; & 0 \leq x \leq 77 \\ 0; & x \geq 77 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu_{\text{sedang}} [x] : \begin{cases} 0; & x \leq 73 \text{ atau } x \geq 80 \\ (x-73)/4; & 73 \leq x \leq 77 \\ (80-x)/3; & 77 \leq x \leq 80 \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu_{\text{tinggi}} [x] : \begin{cases} 0; & x \leq 77 \\ (x-77)/6; & 77 \leq x \leq 83 \\ 1; & x \geq 83 \end{cases} \quad (6)$$

Variabel selanjutnya yang digunakan pada penelitian ini adalah variabel pendapatan yang termasuk variabel *input*. Variabel Pendapatan terdiri dari tiga himpunan meliputi:

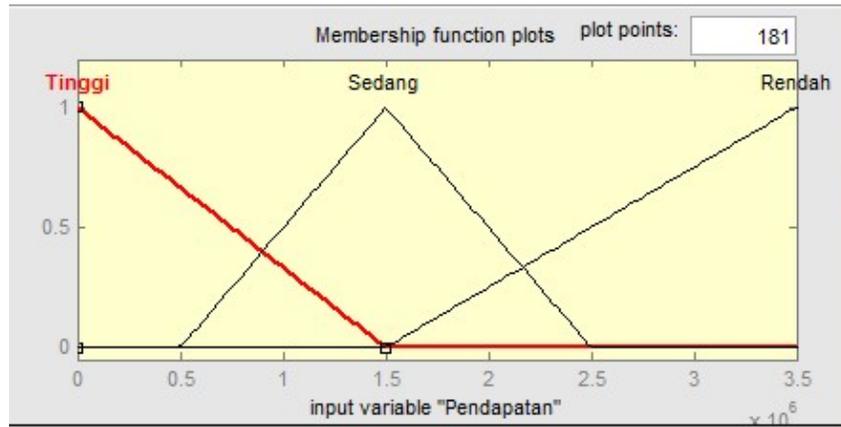
1. Tinggi = [0, 1.500.000]
2. Sedang = [500.000, 1.500.000, 2.500.000]
3. Rendah = [1.500.000, 3.500.000]

Berdasarkan himpunan tersebut, dapat ditentukan fungsi keanggotaan dengan menggunakan suatu kurva yang disajikan pada Gambar 2. Gambar 2 menunjukkan adanya tiga himpunan *fuzzy* berkaitan dengan tingkat pendapatan orang tua murid. Ekspresi untuk fungsi keanggotaan disajikan pada Persamaan (7)-(9):

$$\mu_{\text{Tinggi}} [x] : \begin{cases} (1,5\text{juta}-x)/1,5\text{juta}; & 0 \leq x \leq 1,5\text{juta} \\ 0; & x \geq 1,5\text{juta} \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu_{\text{Sedang}} [x]: \begin{cases} 0; & x \leq 0,5 \text{ juta atau } x \geq 2,5 \text{ juta} \\ (x-0,5 \text{ juta})/1 \text{ juta}; & 0,5 \text{ juta} \leq x < 1,5 \text{ juta} \\ (2,5 \text{ juta}-x)/1 \text{ juta}; & 1,5 \text{ juta} \leq x < 2,5 \text{ juta} \\ 0; & x \leq 1,5 \text{ juta} \\ 1; & x \geq 3,5 \text{ juta} \end{cases} \quad (8)$$

$$\mu_{\text{Rendah}} [x]: \begin{cases} 0; & x \leq 1,5 \text{ juta} \\ (x-1,5 \text{ juta})/2 \text{ juta}; & 1,5 \text{ juta} \leq x < 3,5 \text{ juta} \\ 1; & x \geq 3,5 \text{ juta} \end{cases} \quad (9)$$

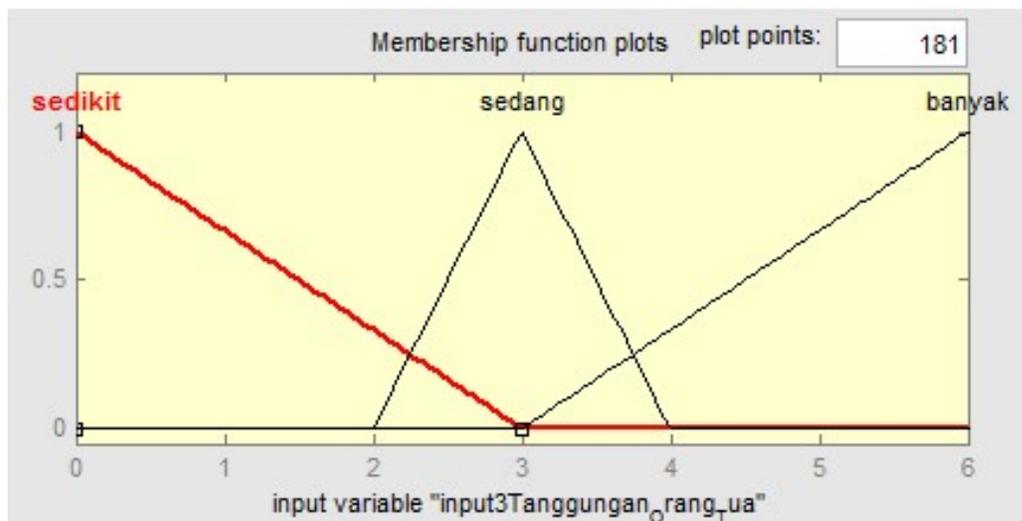


Gambar 2. Fungsi Keanggotaan Variabel Pendapatan

Variabel *input* terakhir yang digunakan pada penelitian ini adalah variabel tanggungan orang tua. Variabel ini menentukan tingkat kelayakan siswa penerima beasiswa. Variabel tanggungan orang tua terdiri dari tiga himpunan meliputi:

1. Rendah = [0,3]
2. Sedang = [2,3,4]
3. Tinggi = [3,6]

Fungsi keanggotaan dari variabel tanggungan orang tua dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Fungsi Keanggotaan Variabel Tanggungan Orang Tua

Berdasarkan Gambar 3. dapat ditentukan ekspresi suatu fungsi keanggotaan. Fungsi keanggotaan himpunan *Fuzzy* untuk variabel rerata nilai rapot dapat dilihat pada Persamaan (10)-(12):

$$\mu_{\text{sedikit}} [x] : \begin{cases} (3-x)/3 ; & 0 \leq x < 3 \\ 0 ; & x \geq 3 \end{cases} \quad (10)$$

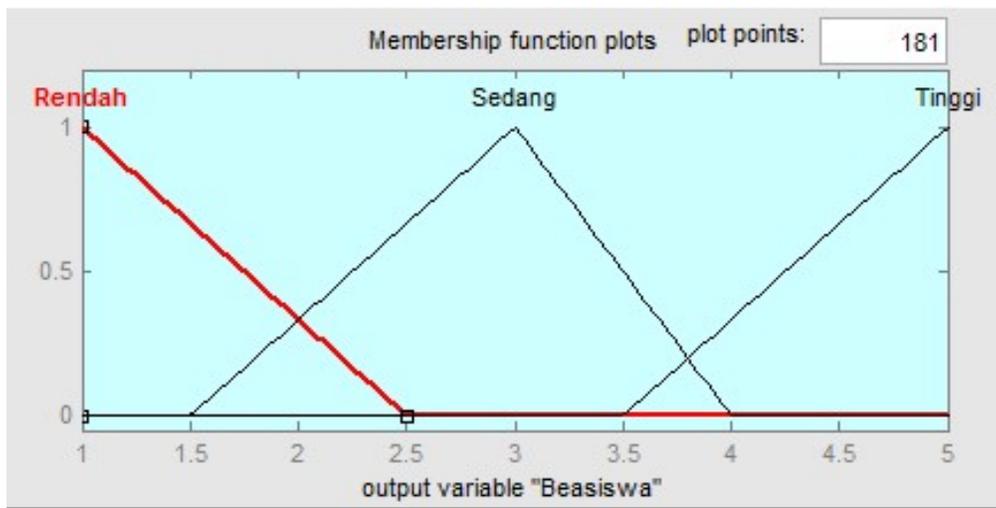
$$\mu_{\text{sedang}} [x] : \begin{cases} 0 ; & x \leq 2 \text{ atau } x \geq 4 \\ (x-2)/1 ; & 2 \leq x < 3 \\ (4-x)/1 ; & 3 \leq x < 4 \end{cases} \quad (11)$$

$$\mu_{\text{banyak}} [x] : \begin{cases} 0 ; & x < 3 \\ (x-3)/3 ; & 3 \leq x < 6 \\ 1 ; & x \geq 6 \end{cases} \quad (12)$$

Pada penelitian ini, variabel *output* yang digunakan hanya satu jenis yaitu variabel beasiswa. Variabel beasiswa terdiri atas tiga himpunan meliputi:

1. Rendah = [0, 2.5]
2. Sedang = [1.5, 3, 4]
3. Tinggi = [2.5, 5]

Berdasarkan himpunan *Fuzzy* dari variabel beasiswa, maka dapat diketahui fungsi keanggotaan dari variabel beasiswa pada kurva yang disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Fungsi Keanggotaan Variabel Beasiswa

Gambar 4. menggambarkan posisi titik data pada derajat keanggotaan. Fungsi keanggotaan dari himpunan *fuzzy* untuk variabel beasiswa disajikan pada Persamaan (13)-(15):

$$\mu_{\text{rendah}} [x] : \begin{cases} (2,5-x)/1,5 ; & 0 \leq x < 2,5 \\ 0 ; & x \geq 2,5 \end{cases} \quad (13)$$

$$\mu_{\text{sedang}} [x] : \begin{cases} 0 ; & x \leq 1,5 \text{ atau } x \geq 4 \\ (x-1,5)/2 ; & 1,5 \leq x < 3,5 \\ (4-x)/0,5 ; & 3,5 \leq x < 4 \end{cases} \quad (14)$$

$$\mu_{\text{tinggi}} [X] : \begin{cases} 0; & x < 3,5 \\ (x-3,5) \cdot 1,5; & 3,5 \leq x \leq 5 \\ 1; & x > 5 \end{cases} \quad (15)$$

3.2. Eksperimental

Eksperimen yang dilakukan yaitu dengan data primer yang diambil selama satu semester, seperti yang ditabulasikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Siswa

SISWA	RATA-RATA NILAI RAPOR	PENDAPATAN ORANG TUA	TANGGUNGAN ORANG TUA	BEASISWA
1	74,17	Rp1.000.000	3	?
2	72,96	Rp1.290.000	2	?
3	72,87	Rp1.400.000	5	?
4	76,96	Rp2.000.000	4	?
5	73,78	Rp1.100.000	4	?
6	76,7	Rp1.750.000	2	?
7	75,09	Rp1.250.000	5	?
8	75,13	Rp2.200.000	6	?
9	72,75	Rp3.000.000	3	?
10	71,3	Rp1.500.000	2	?
11	72,78	Rp1.000.000	3	?
12	71,57	Rp900.000	4	?
13	75,22	Rp1.850.000	4	?
14	70,22	Rp2.900.000	3	?
15	74,3	Rp2.500.000	2	?
16	75,22	Rp800.000	2	?
17	76,48	Rp1.500.000	3	?
18	78,3	Rp1.100.000	3	?
19	75,09	Rp2.000.000	4	?
20	80,52	Rp1.500.000	2	?
21	78,3	Rp1.800.000	4	?
22	78,22	Rp1.450.000	4	?
23	78,3	Rp800.000	3	?
24	78,04	Rp925.000	3	?
25	77,43	Rp1.800.000	4	?
26	78,96	Rp1.300.000	2	?
27	77,48	Rp1.700.000	3	?

3.3. Evaluasi dan Validasi

Evaluasi dan validasi hasil yang dimaksud pada penelitian ini adalah proses perhitungan nilai *output* fuzzy inference system metode Mamdani yang dilakukan dengan menentukan *rule* yang akan digunakan. Penggunaan *rule* disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rule Fuzzy Inference System

RULES	INPUT			OUTPUT
	RATA-RATA NILAI RAPOR	PENDAPATAN	TANGGUNGAN ORANG TUA	
1	Rendah	Rendah	Sedikit	Rendah
2	Rendah	Rendah	Sedang	Rendah
3	Rendah	Rendah	Banyak	Rendah
4	Rendah	Sedang	Sedikit	Rendah
5	Rendah	Sedang	Sedang	Rendah
6	Rendah	Sedang	Banyak	Rendah
7	Rendah	Tinggi	Sedikit	Rendah
8	Rendah	Tinggi	Sedang	Rendah
9	Rendah	Tinggi	Banyak	Rendah
10	Sedang	Rendah	Sedikit	Sedang
11	Sedang	Rendah	Sedang	Sedang
12	Sedang	Rendah	Banyak	Sedang
13	Sedang	Sedang	Sedikit	Sedang
14	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang
15	Sedang	Sedang	Banyak	Sedang
16	Sedang	Tinggi	Sedikit	Sedang
17	Sedang	Tinggi	Sedang	Sedang
18	Sedang	Tinggi	Banyak	Sedang
19	Tinggi	Rendah	Sedikit	Tinggi
20	Tinggi	Rendah	Sedang	Tinggi
21	Tinggi	Rendah	Banyak	Tinggi
22	Tinggi	Sedang	Sedikit	Tinggi
23	Tinggi	Sedang	Sedang	Tinggi
24	Tinggi	Sedang	Banyak	Tinggi
25	Tinggi	Tinggi	Sedikit	Tinggi
26	Tinggi	Tinggi	Sedang	Tinggi
27	Tinggi	Tinggi	Banyak	Tinggi

4. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini dibahas penentuan penerima beasiswa di SMAN 1 Parung. Penentuan penerima beasiswa di SMAN 1 Parung hanya menggunakan rata-rata nilai rapor tanpa menggunakan aspek lain. Hal tersebut dapat dikatakan kurang adil jika hanya menggunakan nilai rapor sebagai tolak ukur untuk

menerima beasiswa. Oleh karena itu, penulis mencoba menggabungkan beberapa aspek, seperti pendapatan orang tua perbulan dan jumlah tanggungan orang tua.

Penelitian ini menggunakan empat variabel, yaitu tiga variabel *input* yang terdiri dari variabel rata-rata nilai rapor, variabel pendapatan orang tua, dan variabel jumlah tanggungan orang tua, sedangkan untuk variabel *output* terdapat 1 variabel yaitu beasiswa. Aturan yang dapat terbentuk dapat disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Aturan-Aturan yang Terbentuk pada Fuzzy Inference

RULES	INPUT			OUTPUT
	RATA-RATA NILAI RAPOR	PENDAPATAN	TANGGUNGAN ORANG TUA	
1	Rendah	Rendah	Sedikit	Rendah
2	Rendah	Rendah	Sedang	Rendah
3	Rendah	Rendah	Banyak	Rendah
4	Rendah	Sedang	Sedikit	Rendah
5	Rendah	Sedang	Sedang	Rendah
6	Rendah	Sedang	Banyak	Rendah
7	Rendah	Tinggi	Sedikit	Rendah
8	Rendah	Tinggi	Sedang	Rendah
9	Rendah	Tinggi	Banyak	Rendah
10	Sedang	Rendah	Sedikit	Sedang
11	Sedang	Rendah	Sedang	Sedang
12	Sedang	Rendah	Banyak	Sedang
13	Sedang	Sedang	Sedikit	Sedang
14	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang
15	Sedang	Sedang	Banyak	Sedang
16	Sedang	Tinggi	Sedikit	Sedang
17	Sedang	Tinggi	Sedang	Sedang
18	Sedang	Tinggi	Banyak	Sedang
19	Tinggi	Rendah	Sedikit	Tinggi
20	Tinggi	Rendah	Sedang	Tinggi
21	Tinggi	Rendah	Banyak	Tinggi
22	Tinggi	Sedang	Sedikit	Tinggi
23	Tinggi	Sedang	Sedang	Tinggi
24	Tinggi	Sedang	Banyak	Tinggi
25	Tinggi	Tinggi	Sedikit	Tinggi
26	Tinggi	Tinggi	Sedang	Tinggi
27	Tinggi	Tinggi	Banyak	Tinggi

Berdasarkan Tabel 5, aturan yang terbentuk pada interferensi *Fuzzy* meliputi:

- R1 : If (Rata-rata nilai rapor is rendah) And (Pendapatan is rendah) And (Tanggungannya Orang tua is Sedikit) Then (beasiswa is rendah)
- R2 : If (Rata-rata nilai rapor is rendah) And (Pendapatan is rendah) And (Tanggungannya Orang tua is sedang) Then (beasiswa is rendah)
- R3 : If (Rata-rata nilai rapor is rendah) And (Pendapatan is rendah) And (Tanggungannya Orang tua Banyak) Then (beasiswa is rendah)
- R4 : If (Rata-rata nilai rapor is rendah) And (Pendapatan is Sedang) And (Tanggungannya Orang tua is Sedikit) Then (beasiswa is rendah)
- R5 : If (Rata-rata nilai rapor is rendah) And (Pendapatan is Sedang) And (Tanggungannya Orang tua is sedang) Then (beasiswa is rendah)
- R6 : If (Rata-rata nilai rapor is rendah) And (Pendapatan is Sedang) And (Tanggungannya Orang tua Banyak) Then (beasiswa is rendah)
- R7 : If (Rata-rata nilai rapor is rendah) And (Pendapatan is tinggi) And (Tanggungannya Orang tua is Sedikit) Then (beasiswa is rendah)
- R8 : If (Rata-rata nilai rapor is rendah) And (Pendapatan is tinggi) And (Tanggungannya Orang tua is sedang) Then (beasiswa is rendah)
- R9 : If (Rata-rata nilai rapor is rendah) And (Pendapatan is tinggi) And (Tanggungannya Orang tua Banyak) Then (beasiswa is rendah)
- R10 : If (Rata-rata nilai rapor is sedang) And (Pendapatan is rendah) And (Tanggungannya Orang tua is Sedikit) Then (beasiswa is sedang)
- R11 : If (Rata-rata nilai rapor is sedang) And (Pendapatan is rendah) And (Tanggungannya Orang tua is sedang) Then (beasiswa is sedang)
- R12 : If (Rata-rata nilai rapor is sedang) And (Pendapatan is rendah) And (Tanggungannya Orang tua Banyak) Then (beasiswa is sedang)
- R13 : If (Rata-rata nilai rapor is sedang) And (Pendapatan is Sedang) And (Tanggungannya Orang tua is Sedikit) Then (beasiswa is sedang)
- R14 : If (Rata-rata nilai rapor is sedang) And (Pendapatan is Sedang) And (Tanggungannya Orang tua is sedang) Then (beasiswa is sedang)
- R15 : If (Rata-rata nilai rapor is sedang) And (Pendapatan is Sedang) And (Tanggungannya Orang tua Banyak) Then (beasiswa is sedang)
- R16 : If (Rata-rata nilai rapor is sedang) And (Pendapatan is tinggi) And (Tanggungannya Orang tua is Sedikit) Then (beasiswa is sedang)
- R17 : If (Rata-rata nilai rapor is sedang) And (Pendapatan is tinggi) And (Tanggungannya Orang tua is sedang) Then (beasiswa is sedang)
- R18 : If (Rata-rata nilai rapor is sedang) And (Pendapatan is tinggi) And (Tanggungannya Orang tua Banyak) Then (beasiswa is sedang)
- R19 : If (Rata-rata nilai rapor is tinggi) And (Pendapatan is rendah) And (Tanggungannya Orang tua is Sedikit) Then (beasiswa is tinggi)
- R20 : If (Rata-rata nilai rapor is tinggi) And (Pendapatan is rendah) And (Tanggungannya Orang tua is sedang) Then (beasiswa is tinggi)
- R21 : If (Rata-rata nilai rapor is tinggi) And (Pendapatan is rendah) And (Tanggungannya Orang tua Banyak) Then (beasiswa is tinggi)
- R22 : If (Rata-rata nilai rapor is tinggi) And (Pendapatan is Sedang) And (Tanggungannya Orang tua is Sedikit) Then (beasiswa is tinggi)
- R23 : If (Rata-rata nilai rapor is tinggi) And (Pendapatan is Sedang) And (Tanggungannya Orang tua is sedang) Then (beasiswa is tinggi)
- R24 : If (Rata-rata nilai rapor is tinggi) And (Pendapatan is Sedang) And (Tanggungannya Orang tua Banyak) Then (beasiswa is tinggi)
- R25 : If (Rata-rata nilai rapor is tinggi) And (Pendapatan is tinggi) And (Tanggungannya Orang tua is Sedikit) Then (beasiswa is tinggi)
- R26 : If (Rata-rata nilai rapor is tinggi) And (Pendapatan is tinggi) And (Tanggungannya Orang tua is sedang) Then (beasiswa is tinggi)
- R27 : If (Rata-rata nilai rapor is tinggi) And (Pendapatan is tinggi) And (Tanggungannya Orang tua Banyak) Then (beasiswa is tinggi)

4.1. Penyelesaian Masalah Menggunakan Metode Mamdani

Penyelesaian masalah untuk kasus penentuan penerima beasiswa menggunakan metode Mamdani terdiri atas proses fuzzifikasi, implikasi, komposisi aturan, defuzzifikasi.

4.1.1. Proses Fuzzifikasi

Pada tahap fuzzifikasi, akan dihitung nilai derajat keanggotaan untuk semua data. Sebagai contoh diambil dari data pertama dengan siswa nomor 1 yang mempunyai nilai rata-rata rapor 74,17 pendapatan orang tua 1 juta dan jumlah tanggungan orang tua 3. Tahapan fuzzifikasi terdiri dari empat tahapan sebagai berikut:

1. Menghitung derajat keanggotaan rata-rata nilai rapor sesuai dengan Persamaan (16)-(17):

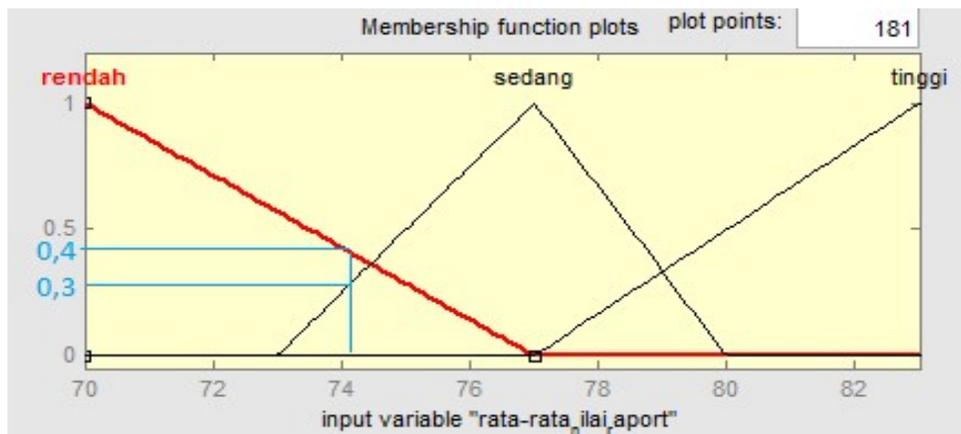
$$\mu_{\text{rendah}} [x]: \begin{cases} (77-x)/7; & 0 \leq x \leq 77 \\ 0; & x \geq 77 \end{cases} \quad (16)$$

$$= (77-74,17)/7 = 0,4$$

$$\mu_{\text{sedang}} [x]: \begin{cases} 0; & x \leq 73 \text{ atau } x \geq 80 \\ (x-73)/4; & 73 \leq x \leq 77 \\ (80-x)/3; & 77 \leq x \leq 80 \end{cases} \quad (17)$$

$$= (74,17-73)/4 = 0,3$$

Derajat keanggotaan nilai rata-rata rapor siswa nomor 1 disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Fungsi Keanggotaan Variabel Input Rata-Rata Nilai rapor 74,17

2. Menghitung derajat keanggotaan pendapatan sesuai dengan Persamaan (18)-(19):

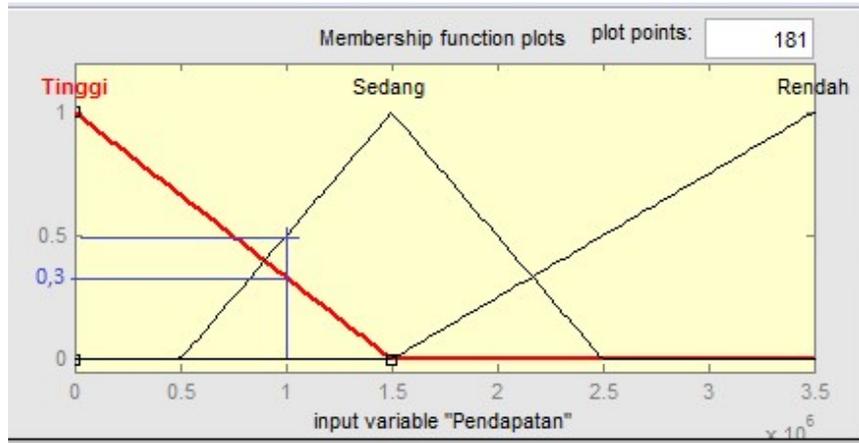
$$\mu_{\text{tinggi}} [x]: \begin{cases} (1,5 \text{ juta} - x)/1,5 \text{ juta}; & 0 \leq x \leq 1,5 \text{ juta} \\ 0; & x \geq 1,5 \text{ juta} \end{cases} \quad (18)$$

$$= (1,5 \text{ juta} - 1 \text{ juta}) / 1,5 \text{ juta} = 0,3$$

$$\mu_{\text{sedang}} [x]: \begin{cases} 0; & x \leq 0,5 \text{ juta atau } x \geq 2,5 \text{ juta} \\ (x - 0,5 \text{ juta}) / 1 \text{ juta}; & 0,5 \text{ juta} < x < 1,5 \text{ juta} \\ (2 \text{ juta} - x) / 0,75 \text{ juta}; & 1,5 \text{ juta} \leq x \leq 2,5 \text{ juta} \end{cases} \quad (19)$$

$$= (1 \text{ juta} - 0,5 \text{ juta}) / 1 \text{ juta} = 0,5 \text{ juta} / 1 \text{ juta} = 0,5$$

Derajat keanggotaan pendapatan siswa nomor 1 disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Fungsi Keanggotaan Variabel Input Pendapatan Orang tua

3. Menghitung derajat keanggotaan tanggungan orang tua sesuai dengan Persamaan (20)-(21):

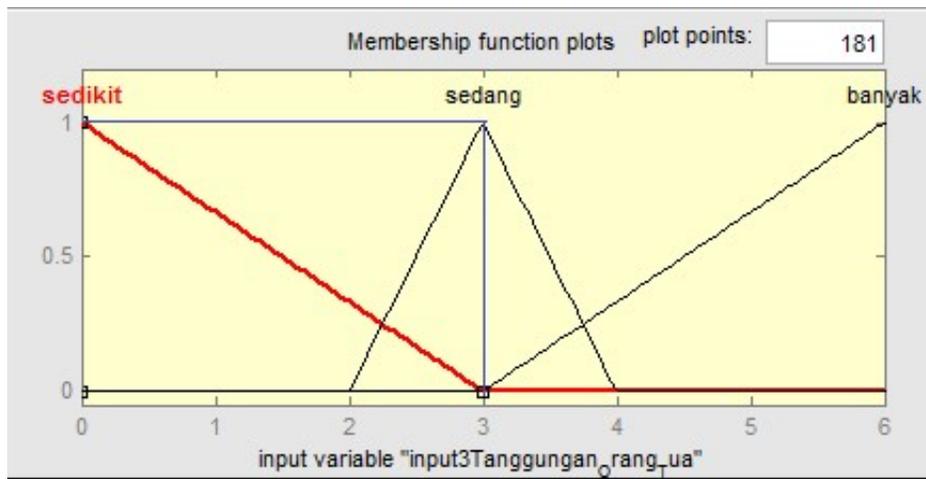
$$\mu_{\text{sedikit}}[x]: \begin{cases} (3-x)/3; & 0 \leq x < 3 \\ 0; & x \geq 3 \end{cases} \quad (20)$$

= 0 karena $x = 3$

$$\mu_{\text{sedang}}[x]: \begin{cases} 0; & x < 2 \text{ atau } x \geq 4 \\ (x-2)/1; & 2 \leq x < 3 \\ (4-x)/1; & 3 \leq x < 4 \end{cases} \quad (21)$$

= $(3-2)/1 = 1$

Derajat keanggotaan tanggungan orang tua siswa 1 disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Fungsi Keanggotaan Variabel Input Jumlah Tanggungan Orang Tua

4. Menghitung derajat keanggotaan variabel sesuai dengan Persamaan (22)-(23):

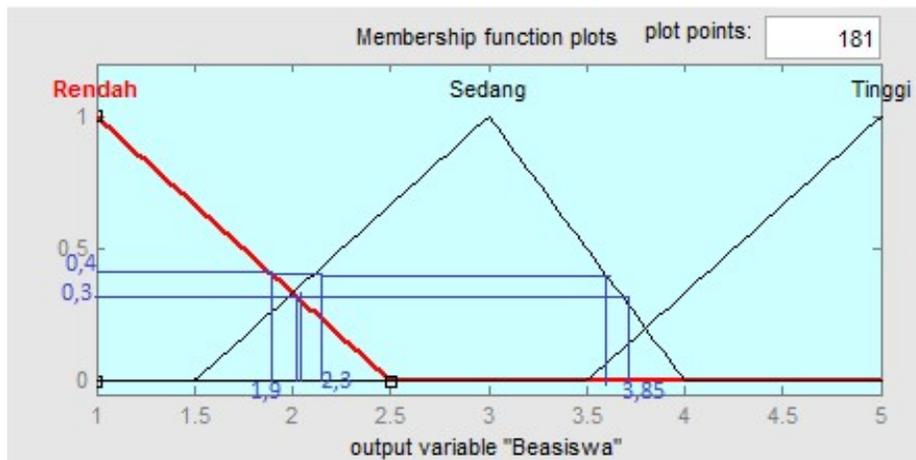
$$\mu_{\text{rendah}} [X]: \begin{cases} (2,5 - x)/1,5; & 1 \leq x \leq 2,5 \\ 0; & x \geq 2,5 \end{cases} \quad (22)$$

- a. $(2,5-x)/1,5 = 0,4$; $X = 2,5 - 0,6 = 1,9$
- b. $(2,5-x)/1,5 = 0,3$; $X = 2,5 - 0,45 = 2,05$

$$\mu_{\text{sedang}} [X]: \begin{cases} 0; & x \leq 1,5 \text{ atau } x \geq 4 \\ (x-1,5)/2; & 1,5 < x < 3,5 \\ (4-x)/0,5; & 3,5 \leq x < 4 \end{cases} \quad (23)$$

- c. $(x-1,5)/2 = 0,4$; $X = 0,8 + 1,5 = 2,3$
- d. $(x-1,5)/2 = 0,3$; $X = 0,6 + 1,5 = 2,1$
- e. $(4-x)/0,5 = 0,4$; $X = 4 - 0,2 = 3,8$
- f. $(4-x)/0,5 = 0,3$; $X = 4 - 0,15 = 3,85$

Derajat keanggotaan nilai beasiswa siswa pertama disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Fungsi Keanggotaan Variabel Output Beasiswa Siswa Pertama

Secara keseluruhan nilai derajat keanggotaan untuk setiap data dapat dilihat pada Tabel 6, Tabel 7, dan Tabel 8.

Tabel 6. Derajat Keanggotaan Rata-Rata Nilai Rapor

Siswa	Rata-Rata Nilai Rapor	Derajat Keanggotaan		
		Rendah	Sedang	Tinggi
1	74,17	0,4	0,3	-
2	72,96	0,58	-	-
3	72,87	0,59	-	-
4	76,96	0,01	0,97	-
5	73,78	0,46	0,2	-
6	76,7	0,042	0,92	-
7	75,09	0,3	0,52	-
8	75,13	0,27	0,5	-
9	72,75	0,6	-	-
10	71,3	0,8	-	-
11	72,78	0,6	-	-
12	71,57	0,7	-	-
13	75,22	0,25	0,5	-
14	70,22	0,9	-	-
15	74,3	0,38	0,5	-
16	75,22	0,25	0,5	-
17	76,48	0,52	0,87	-
18	78,3	-	0,56	0,2
19	75,09	0,27	0,5	-
20	80,52	-	-	0,58
21	78,3	-	0,56	0,2
22	78,22	-	0,59	0,2
23	78,3	-	0,56	0,2
24	78,04	-	0,65	0,17
25	77,43	-	0,85	0,07
26	78,96	-	0,34	0,32
27	77,48	-	0,84	0,08

Tabel 7. Derajat Keanggotaan Pendapatan

Siswa	Pendapatan	Derajat Keanggotaan		
		Tinggi	Sedang	Rendah
1	Rp1.000.000	0,3	0,5	-
2	Rp1.290.000	0,14	0,79	0
3	Rp1.400.000	0,06	0,9	0
4	Rp2.000.000		0,5	0,25
5	Rp1.100.000	0,27	0,6	
6	Rp1.750.000		0,75	0,125
7	Rp1.250.000		0,2	0,75
8	Rp2.200.000			0,35
9	Rp3.000.000	-	-	0,75
10	Rp1.500.000		1	
11	Rp1.000.000	0,3	0,5	-
12	Rp900.000	0,4	0,4	-
13	Rp1.850.000	-	0,65	0,17
14	Rp2.900.000	-	-	0,7
15	Rp2.500.000	-	-	0,6
16	Rp600.000	0,6	0,1	-
17	Rp1.500.000	-	1	
18	Rp1.100.000	0,27	0,26	
19	Rp2.000.000	-	0,5	0,25
20	Rp1.500.000	0	1	
21	Rp1.800.000	-	0,7	0,15
22	Rp1.450.000	0,03	0,95	
23	Rp800.000	0,46	0,3	-
24	Rp925.000	0,58	0,42	-
25	Rp1.800.000	-	0,7	0,15
26	Rp1.300.000	0,13	0,8	
27	Rp1.700.000	-	0,8	0,1

Tabel 8. Derajat Keanggotaan Jumlah Tanggungan Orang Tua

Siswa	Tanggungan Orang Tua	Derajat Keanggotaan		
		Sedikit	Sedang	Banyak
1	3	0	1	-
2	2	0,33	0	-
3	5	-		0,67
4	4	-	0	0,3
5	4	-	0	0,3
6	2	0,33	0	-
7	5	-		0,67
8	5	-	-	0,67
9	3	0	1	-
10	2	0,33	0	-
11	3	0	1	-
12	4	-		0,3
13	6	-	0	1
14	3	0	1	-
15	2	0,33		-
16	4	-		0,3
17	3	0	1	-
18	4	-		0,3
19	4	-		0,3
20	2	0,33	0	-
21	5	-	0	0,67
22	4	-	0	0,3
23	4	-	0	0,3
24	3	0	1	-
25	4	-	0	0,3
26	2	0,33	0	-
27	3	0	1	-

4.1.2. Proses Implikasi

Aturan yang digunakan adalah aturan MIN pada fungsi implikasi. Proses implikasi dilakukan dengan memasang derajat keanggotaan dengan aturan yang digunakan. Inferensi dengan *crisp input* rata-rata nilai rapor 74,17, dan Pendapatan Rp.1juta, dan jumlah tanggungan orang tua 3, seperti pada Tabel 9.

Tabel 9. Inferensi dengan Crisp Input Data Siswa Pertama

RULES	INPUT			OUTPUT
	RATA-RATA NILAI RAPOR	PENDAPATAN	TANGGUNGAN ORANG TUA	
4	Rendah	Sedang	Sedikit	Rendah
5	Rendah	Sedang	Sedang	Rendah
7	Rendah	Tinggi	Sedikit	Rendah
8	Rendah	Tinggi	Sedang	Rendah
13	Sedang	Sedang	Sedikit	Sedang
14	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang
16	Sedang	Tinggi	Sedikit	Sedang
17	Sedang	Tinggi	Sedang	Sedang

Keterangan:

R4 : If (Rata-rata nilai rapor is rendah) And (Pendapatan is Sedang) And (Tanggungans Orang tua is Sedikit) Then (beasiswa is rendah)

$$\begin{aligned}
 \alpha_{\text{Predikat}_3} &= \mu_{\text{RNRrendah}} \cap \mu_{\text{PendSedang}} \cap \mu_{\text{TanngSedikit}} \\
 &= \min(\mu_{\text{RNRrendah}}[74,17] \cap \mu_{\text{PendSedang}}[1\text{juta}] \cap \\
 &\quad \mu_{\text{TanngSedikit}}[3]) \\
 &= \min(0.4; 0.5; 0) \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

R5 : If (Rata-rata nilai rapor is rendah) And (Pendapatan is Sedang) And (Tanggungans Orang tua is sedang) Then (beasiswa is rendah)

$$\begin{aligned}
 \alpha_{\text{Predikat}_4} &= \mu_{\text{RNRrendah}} \cap \mu_{\text{PendSedang}} \cap \mu_{\text{TanngSedang}} \\
 &= \min(\mu_{\text{RNRrendah}}[74,17] \cap \mu_{\text{PendSedang}}[1\text{juta}] \cap \\
 &\quad \mu_{\text{TanngSedang}}[3]) \\
 &= \min(0.4; 0.5; 1) \\
 &= 0.4
 \end{aligned}$$

R7 : If (Rata-rata nilai rapor is rendah) And (Pendapatan is tinggi) And (Tanggungans Orang tua is Sedikit) Then (beasiswa is rendah)

$$\begin{aligned}
 \alpha_{\text{Predikat}_1} &= \mu_{\text{RNRrendah}} \cap \mu_{\text{Pendtinggi}} \cap \mu_{\text{TanngSedikit}} \\
 &= \min(\mu_{\text{RNRrendah}}[74,17] \cap \mu_{\text{PendTinggi}}[1\text{juta}] \cap \\
 &\quad \mu_{\text{TanngSedikit}}[3]) \\
 &= \min(0.4; 0.3; 0) \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

R8 : If (Rata-rata nilai rapor is rendah) And (Pendapatan is tinggi) And (Tanggungans Orang tua is sedang) Then (beasiswa is rendah)

$$\begin{aligned}
 \alpha_{\text{Predikat}_2} &= \mu_{\text{RNRrendah}} \cap \mu_{\text{Pendtinggi}} \cap \mu_{\text{TanngSedang}} \\
 &= \min(\mu_{\text{RNRrendah}}[74,17] \cap \mu_{\text{Pendtinggi}}[1\text{juta}] \cap \mu_{\text{TanngSedang}}[3]) \\
 &= \min(0.4; 0.3; 1) \\
 &= 0.3
 \end{aligned}$$

R13 : If (Rata-rata nilai rapor is sedang) And (Pendapatan is Sedang) And (Tanggungans Orang tua is Sedikit) Then (beasiswa is sedang)

$$\begin{aligned}
 \alpha_{\text{Predikat}_7} &= \mu_{\text{RNRsedang}} \cap \mu_{\text{PendSedang}} \cap \mu_{\text{TanngSedikit}} \\
 &= \min(\mu_{\text{RNRsedang}}[74,17] \cap \mu_{\text{PendSedang}}[1\text{juta}] \cap \mu_{\text{TanngSedikit}}[3]) \\
 &= \min(0.3; 0.5; 0) \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

R14 : If (Rata-rata nilai rapor is sedang) And (Pendapatan is Sedang) And (Tanggungans Orang tua is sedang) Then (beasiswa is sedang)

$$\begin{aligned}
 \alpha_{\text{Predikat}_8} &= \mu_{\text{RNRTinggi}} \cap \mu_{\text{PendSedang}} \cap \mu_{\text{TanngSedang}} \\
 &= \min(\mu_{\text{RNRTinggi}}[74,17] \cap \mu_{\text{PendSedang}}[1\text{juta}] \cap \mu_{\text{TanngSedang}}[3]) \\
 &= \min(0.3; 0.5; 1) \\
 &= 0.3
 \end{aligned}$$

R16 : If (Rata-rata nilai rapor is sedang) And (Pendapatan is tinggi) And (Tanggungans Orang tua is Sedikit) Then (beasiswa is sedang)

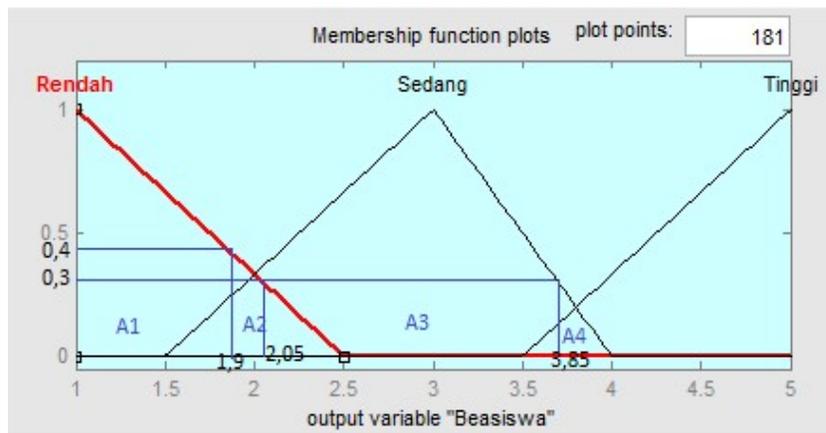
$$\begin{aligned}
 \alpha_{\text{Predikat}_9} &= \mu_{\text{RNRsedang}} \cap \mu_{\text{Pend tinggi}} \cap \mu_{\text{TanngSedikit}} \\
 &= \min(\mu_{\text{RNRsedang}}[74,17] \cap \mu_{\text{Pend tinggi}}[1\text{juta}] \cap \mu_{\text{TanngSedikit}}[3]) \\
 &= \min(0.3; 0.3; 0) \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

R17 : If (Rata-rata nilai rapor is sedang) And (Pendapatan is tinggi) And (Tanggungans Orang tua is sedang) Then (beasiswa is sedang)

$$\begin{aligned}
 \alpha_{\text{Predikat}_{10}} &= \mu_{\text{RNRsedang}} \cap \mu_{\text{Pend tinggi}} \cap \mu_{\text{TanngSedang}} \\
 &= \min(\mu_{\text{RNRsedang}}[74,17] \cap \mu_{\text{Pend tinggi}}[1\text{juta}] \cap \mu_{\text{TanngSedang}}[3]) \\
 &= \min(0.3; 0.5; 1) \\
 &= 0.3
 \end{aligned}$$

4.1.3. Komposisi Antar Aturan

Aplikasi fungsi stiap aturan menggunakan metode MAX untuk melakukan komposisi antar semua aturan. Setelah komposisi antar semua aturan dilakukan, maka akan didapat *output* melalui langkah defuzzifikasi seperti pada Gambar 9.



Gambar 9. Daerah Fuzzy

4.1.4. Defuzzifikasi

Proses defuzzifikasi untuk *fuzzy inference system* metode Mamdani dilakukan dengan 2 tahap meliputi:

1. Defuzzifikasi dilakukan dengan menggunakan metode *centroid* dengan Persamaan (24):

$$Z = \frac{M1+M2+M3+M4}{A1+ A2+A3+A4} \quad (24)$$

$$M1 = \int_{1,9}^{1,9} 0,4 = 0,2 x^2 \Big|_{1,9}^{1,9} = [(0,2* (1,9^2)) - (0,2* (1^2))] \\ = 0,722 - 0,2 = 0,522$$

$$A1 = (1,9 - 1) * 0,4 = 0,9 * 0,4 = 0,36$$

$$M2 = \int_{1,9}^{2,05} \frac{2,5-x}{1,5} = 1,6 x - 0,6 x^2 = 0,8x^2 - 0,2 x^3 \\ = [(- 0,2 (2,05^3) + 0,8(2,05^2)] - [(- 0,2 (1,9^3) + 0,8(1,9^2)] \\ = (-1,72 + 3,362) - (-1,37 + 2,89) \\ = 1,64 - 1,52 = 0,12$$

$$A2 = (0,4 + 0,3) * (2,05 -1,9)/2 = 0,0525$$

$$M3 = \int_{2,05}^{3,85} 0,3 = 0,15 x^2 \Big|_{2,05}^{3,85} = [(0,15* (3,85^2)) - (0,15 *(2,05^2))] \\ = 2,22 - 0,63 = 1,59$$

$$A3 = 0,3 * (3,85 - 2,05) = 0,54$$

$$M4 = \int_{3,85}^4 \frac{4-x}{0,5} = 8 x - 2 x^2 = 4x^2 - 0,67 x^3 \\ = [(- 0,67 (4^3) + 4(4^2)] - [(- 0,67 (3,85^3) + 4(3,85^2))] \\ = (-42,8 + 64) - (-38,2 + 59,29) \\ = 21,12 - 21,09 = 0,03$$

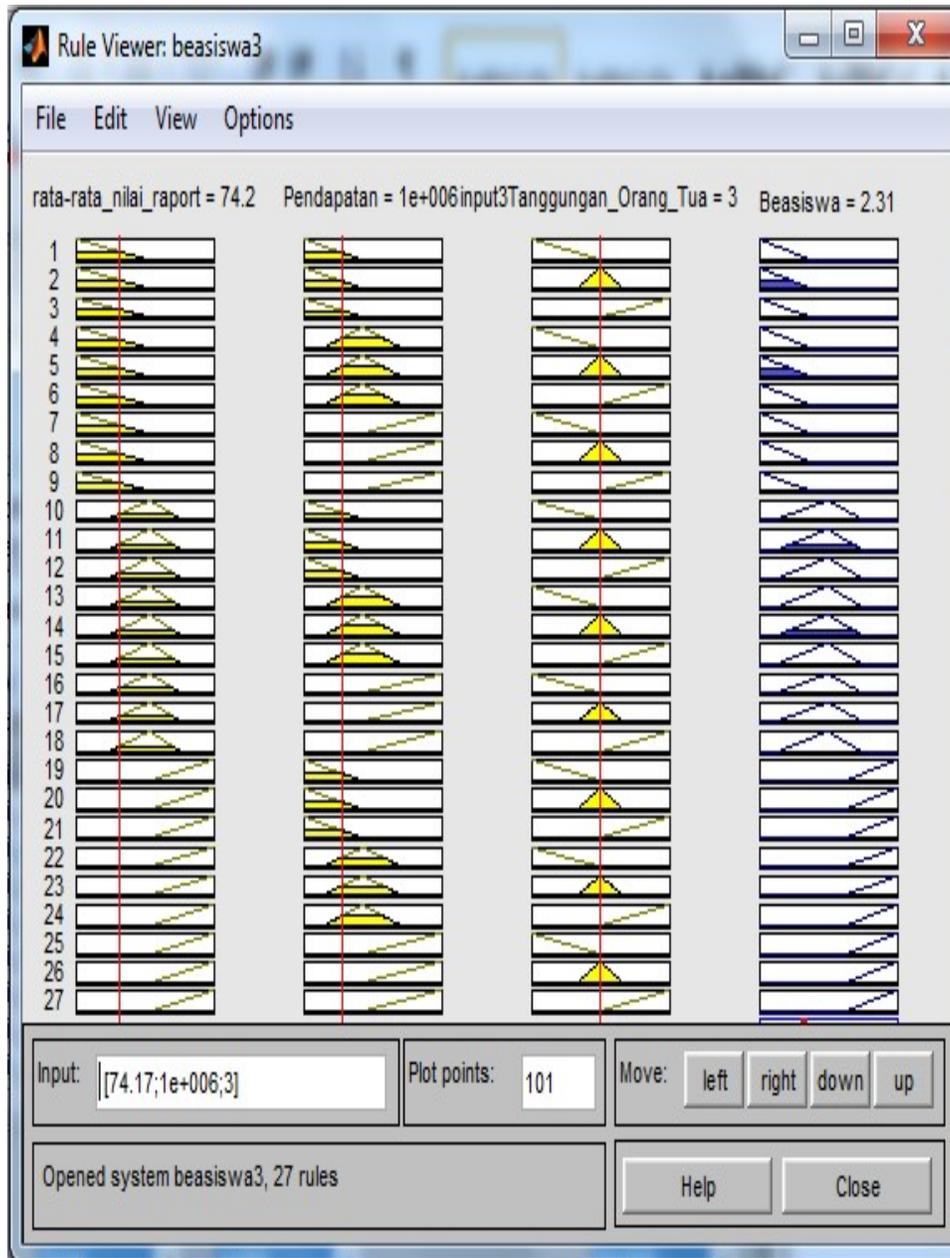
$$A4 = (4 - 3,85) * 0,3/2 = 0,0225$$

$$Z = \frac{0,522+0,12+1,59+0,03}{0,36+0,033+0,54+0,0225} = \frac{2,26}{0,9755} = 2,31$$

2. Defuzzifikasi Menggunakan Matlab

Defuzzifikasi dilakukan dengan *crisp input* rata-rata nilai rapor 74,17, pendapatan Rp.1juta, dan tanggungan orang tua sebanyak 3 orang. Hasil simulasi metode Mamdani menunjukkan bahwa rata-rata nilai rapor 74,17, pendapatan Rp.1juta, dan tanggungan orang tua sebanyak 3 orang maka peluang siswa tersebut untuk mendapatkan beasiswa tersebut sebanyak 2,31.

Penelitian ini menggunakan metode *fuzzy Mamdani* dengan defuzzifikasi metode *centroid*. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Tampilan Komposisi Aturan

Berdasarkan hasil defuzzifikasi menggunakan metode *centroid* yang telah didapatkan pada calon penerima beasiswa SMAN 1 Parung dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Perhitungan dengan Metode Centroid

NAMA SISWA	VARIABEL INPUT			NILAI Z MAMDANI	HASIL
	RATA-RATA NILAI RAPOR	PENDAPATAN	TANGGUNGAN ORANG TUA		
1	74,17	Rp1.000.000	3	2,31	Rendah
2	72,96	Rp1.290.000	2	1,62	Rendah
3	72,87	Rp1.400.000	5	1,55	Rendah
4	76,96	Rp2.000.000	4	2,78	Sedang
5	73,78	Rp1.100.000	4	2,25	Rendah
6	76,7	Rp1.750.000	2	2,74	Sedang
7	75,09	Rp1.250.000	5	2,56	Sedang
8	75,13	Rp2.200.000	6	2,49	Rendah
9	72,75	Rp3.000.000	3	1,54	Rendah
10	71,3	Rp1.500.000	2	1,62	Rendah
11	72,78	Rp1.000.000	3	1,57	Rendah
12	71,57	Rp900.000	4	1,62	Rendah
13	75,22	Rp1.850.000	6	2,49	Rendah
14	70,22	Rp2.900.000	3	1,52	Rendah
15	74,3	Rp2.500.000	2	2,4	Rendah
16	75,22	Rp800.000	2	2,49	Rendah
17	76,48	Rp1.500.000	3	2,78	Sedang
18	78,3	Rp1.100.000	3	3,13	Sedang
19	75,09	Rp2.000.000	4	2,47	Rendah
20	80,52	Rp1.500.000	2	4,38	Tinggi
21	78,3	Rp1.800.000	4	3,22	Sedang
22	78,22	Rp1.450.000	4	3,2	Sedang
23	78,3	Rp800.000	3	3,16	Sedang
24	78,04	Rp925.000	3	3,11	Sedang
25	77,43	Rp1.800.000	4	2,96	Sedang
26	78,96	Rp1.300.000	2	3,37	Sedang
27	77,48	Rp1.700.000	3	2,94	Sedang

Hasil perangkingan pada hasil dari Tabel 10, dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Perangkingan

VARIABEL INPUT						
NO	NAMA SISWA	RATA-RATA NILAI RAPOR	PENDAPATAN	JUMLAH TANGGUGAN ORANG TUA	NILAI Z MAMDANI	HASIL
1	20	80,52	Rp1.500.000	2	4,38	Tinggi
2	26	78,96	Rp1.300.000	2	3,37	Sedang
3	21	78,3	Rp1.800.000	4	3,22	Sedang
4	22	78,22	Rp1.450.000	4	3,2	Sedang
5	23	78,3	Rp800.000	3	3,16	Sedang
6	18	78,3	Rp1.100.000	3	3,13	Sedang
7	24	78,04	Rp925.000	3	3,11	Sedang
8	25	77,43	Rp1.800.000	4	2,96	Sedang
9	27	77,48	Rp1.700.000	3	2,94	Sedang
10	4	76,96	Rp2.000.000	4	2,78	Sedang
11	17	76,48	Rp1.500.000	3	2,78	Sedang
12	6	76,7	Rp1.750.000	2	2,74	Sedang
13	7	75,09	Rp1.250.000	5	2,56	Sedang
14	8	75,13	Rp2.200.000	6	2,49	Rendah
15	13	75,22	Rp1.850.000	6	2,49	Rendah
16	16	75,22	Rp800.000	2	2,49	Rendah
17	19	75,09	Rp2.000.000	4	2,47	Rendah
18	15	74,3	Rp2.500.000	2	2,4	Rendah
19	1	74,17	Rp1.000.000	3	2,31	Rendah
20	5	73,78	Rp1.100.000	4	2,25	Rendah
21	2	72,96	Rp1.290.000	2	1,62	Rendah
22	10	71,3	Rp1.500.000	2	1,62	Rendah
23	12	71,57	Rp900.000	4	1,62	Rendah
24	11	72,78	Rp1.000.000	3	1,57	Rendah
25	3	72,87	Rp1.400.000	5	1,55	Rendah
26	9	72,75	Rp3.000.000	3	1,54	Rendah
27	14	70,22	Rp2.900.000	3	1,52	Rendah

Jika dibandingkan dengan metode yang digunakan SMAN 1 Parung yang hanya melakukan penentuan beasiswa melalui rata-rata nilai rapor tanpa menggabungkan aspek lain maka dapat dilihat pada Tabel 12.

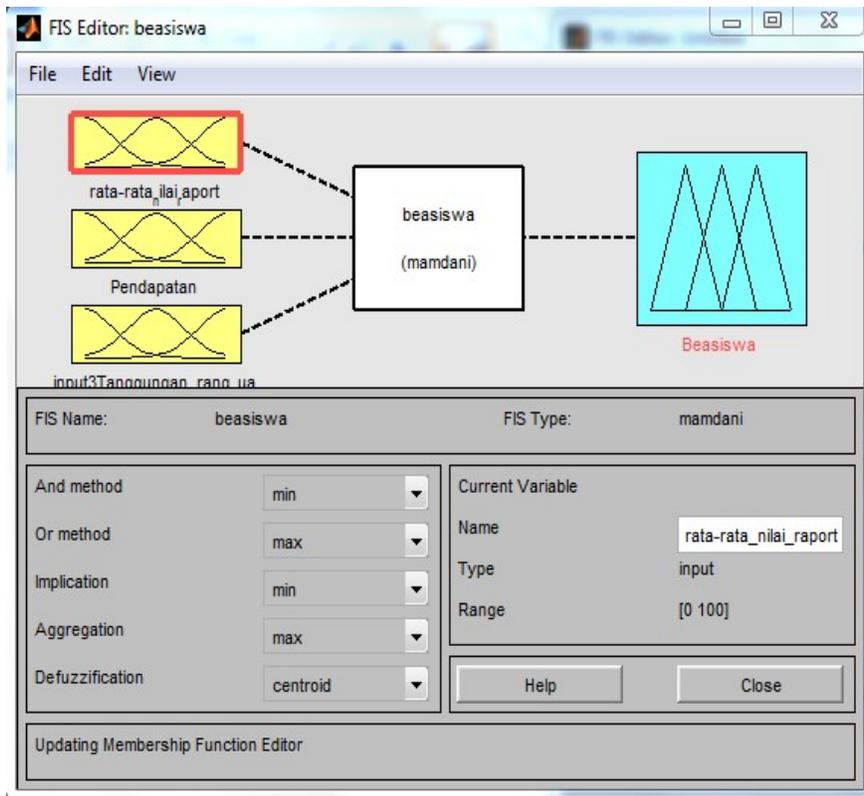
Tabel 12. Hasil Perbandingan Penentuan Beasiswa antara Metode Centroid dan SMAN 1 Parung

SMAN 1 Parung					
Nama Siswa	Rata-rata Nilai Rapor	Pendapatan	Tanggungjawab Orang tua	Hanya menggunakan nilai rapor	Nilai Z Mamdani
1	74,17	Rp1.000.000	3	Ditolak	Ditolak
2	72,96	Rp1.290.000	2	Ditolak	Ditolak
3	72,87	Rp1.400.000	5	Ditolak	Ditolak
4	76,96	Rp2.000.000	4	Diterima	Diterima
5	73,78	Rp1.100.000	4	Ditolak	Ditolak
6	76,7	Rp1.750.000	2	Diterima	Ditolak
7	75,09	Rp1.250.000	5	Ditolak	Ditolak
8	75,13	Rp2.200.000	7	Ditolak	Ditolak
9	72,75	Rp3.000.000	3	Ditolak	Ditolak
10	71,3	Rp1.500.000	2	Ditolak	Ditolak
11	72,78	Rp1.000.000	3	Ditolak	Ditolak
12	71,57	Rp900.000	4	Ditolak	Ditolak
13	75,22	Rp1.850.000	6	Ditolak	Ditolak
14	70,22	Rp2.900.000	3	Ditolak	Ditolak
15	74,3	Rp2.500.000	2	Ditolak	Ditolak
16	75,22	Rp600.000	4	Ditolak	Ditolak
17	76,48	Rp1.500.000	3	Ditolak	Diterima
18	78,3	Rp1.100.000	4	Diterima	Diterima
19	75,09	Rp2.000.000	4	Ditolak	Ditolak
20	80,52	Rp1.500.000	2	Diterima	Diterima
21	78,3	Rp1.800.000	5	Diterima	Diterima
22	78,22	Rp1.450.000	4	Diterima	Diterima
23	78,3	Rp800.000	4	Diterima	Diterima
24	78,04	Rp925.000	3	Diterima	Diterima
25	77,43	Rp1.800.000	4	Diterima	Diterima
26	78,96	Rp1.300.000	2	Diterima	Diterima
27	77,48	Rp1.700.000	3	Diterima	Diterima

Perbandingan hasil yang dilakukan sekolah dengan menggunakan metode *fuzzy* Mamdani menghasilkan hasil yang berbeda. Metode yang dilakukan sekolah menghasilkan 11 orang yang layak mendapatkan beasiswa, sedangkan metode *fuzzy* Mamdani menghasilkan satu orang yang layak menerima beasiswa.

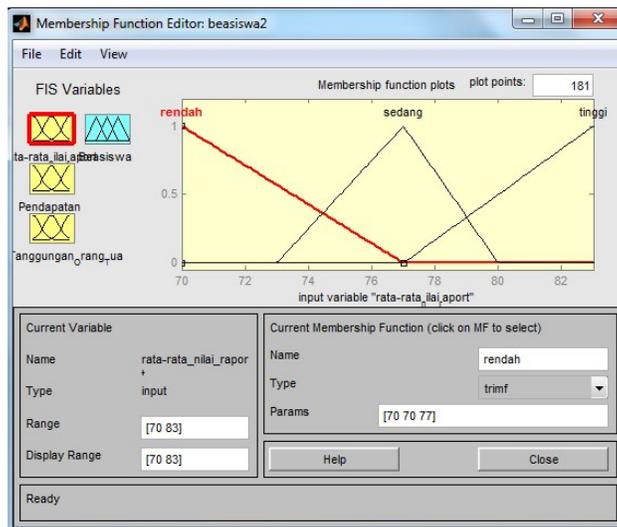
4.2. Penyelesaian Masalah Menggunakan Matlab

Berikut ini dijelaskan implementasi dari kasus yang telah dijelaskan sebelumnya dengan menggunakan *Fuzzy Logic Toolbox* Matlab yang disajikan pada Gambar 11.



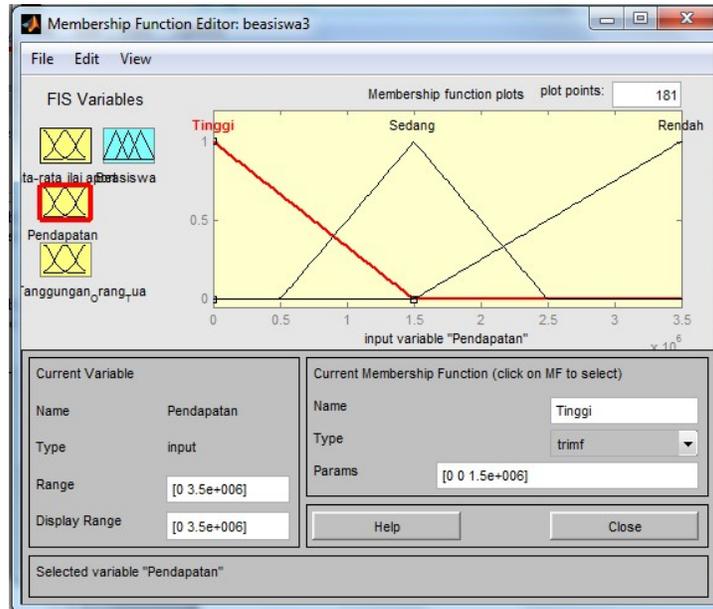
Gambar 11. Fuzzy Inference System Editor

Pada Gambar 11, terdapat tiga variabel *input* yaitu rata-rata nilai rapor, pendapatan, tanggungan orang tua dan satu variabel *output* yaitu beasiswa. Akses langsung terhadap setiap variabel dapat ditekan atau klik dua kali langsung pada masing-masing kotak variabel. Tampilan fungsi keanggotaan variabel rata-rata nilai rapor disajikan pada Gambar 12.



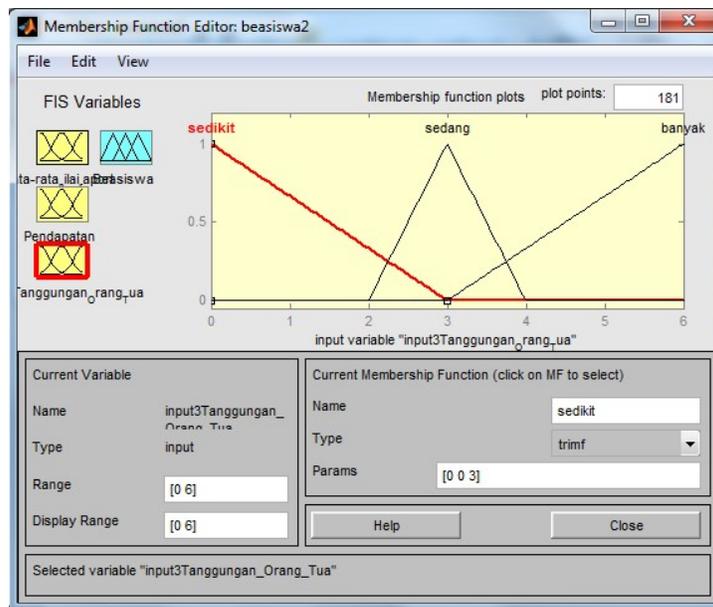
Gambar 12. Tampilan Fungsi Keanggotaan Variabel Rata-Rata Nilai Rapor

Gambar 12 menampilkan fungsi keanggotaan untuk variabel rata-rata nilai rapor, dengan nilai linguistik rendah, sedang, dan tinggi dengan parameter yang berbeda. Selain itu, tampilan fungsi keanggotaan untuk variabel pendapatan orang tua disajikan pada Gambar 13.



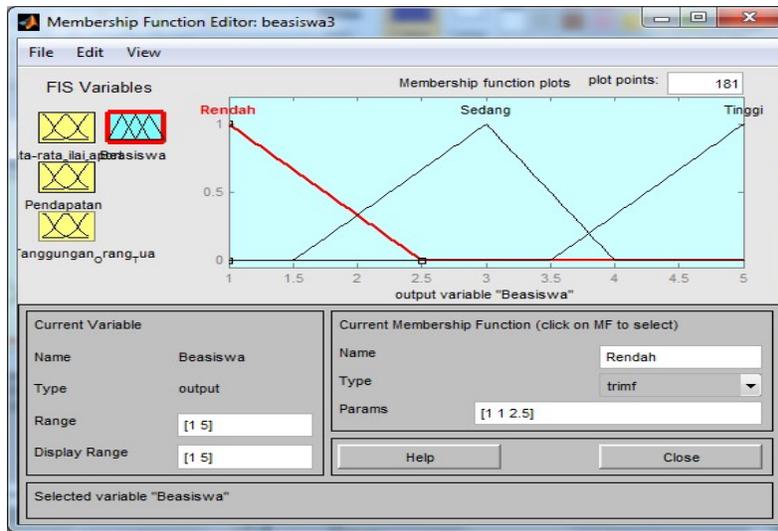
Gambar 13. Tampilan Fungsi Keanggotaan Variabel Pendapatan Orang tua

Gambar 13 menampilkan fungsi keanggotaan untuk variabel pendapatan, dengan nilai linguistik rendah, sedang, dan tinggi dengan parameter yang berbeda. Selanjutnya, tampilan fungsi keanggotaan variabel tanggungan orang tua disajikan pada Gambar 14.



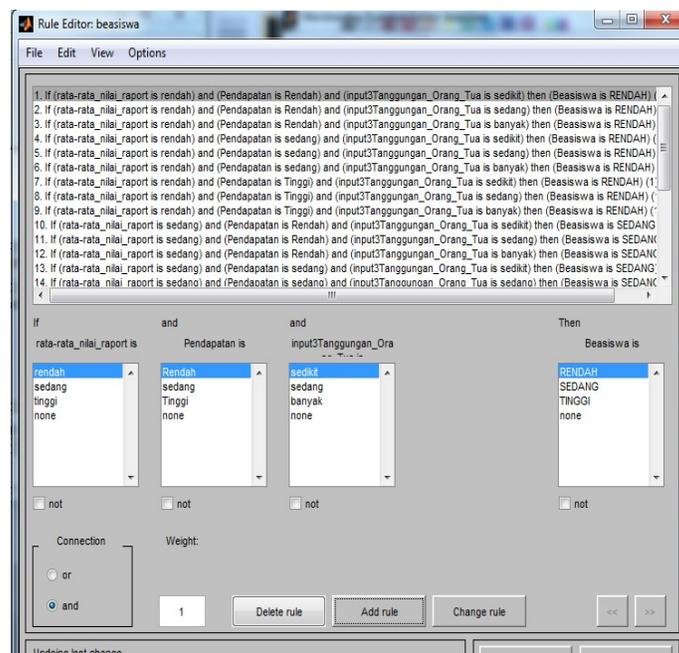
Gambar 14. Tampilan Fungsi Keanggotaan Variabel Jumlah Tanggungan Orang Tua

Gambar 14 menampilkan fungsi keanggotaan untuk variabel tanggungan orang tua, dengan nilai linguistik sedikit, sedang, dan banyak dengan parameter yang berbeda. Selain itu, tampilan fungsi keanggotaan dari variabel beasiswa disajikan pada Gambar 15.



Gambar 15. Tampilan Fungsi Keanggotaan Variabel Beasiswa

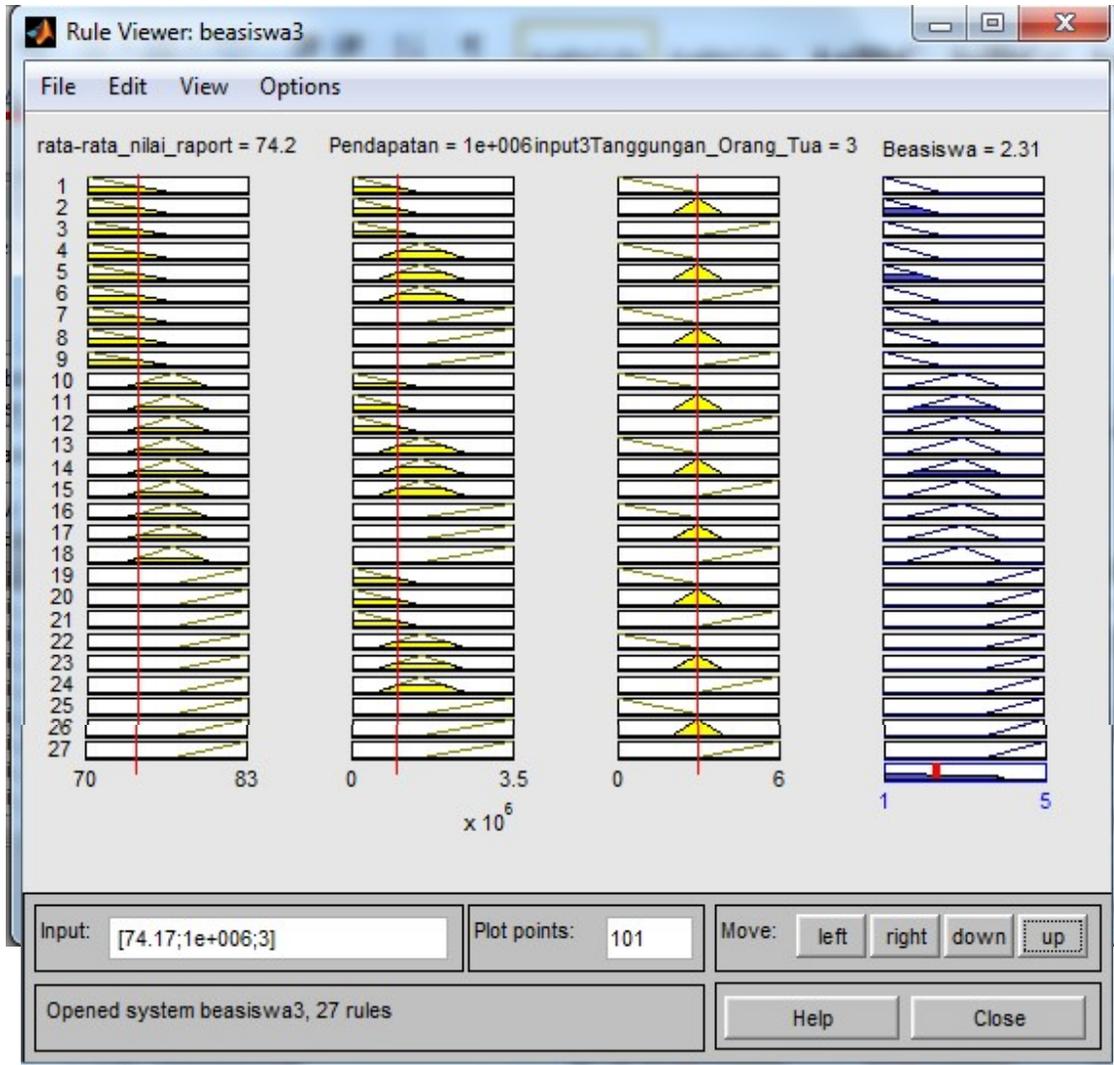
Gambar 15 menampilkan fungsi keanggotaan untuk variabel beasiswa, dengan nilai linguistik rendah, sedang dan tinggi dengan parameter yang berbeda. Gambar mengenai aturan metode Mamdani beasiswa disajikan pada Gambar 16.



Gambar 16. Tampilan Editor Aturan Metode Mamdani Beasiswa

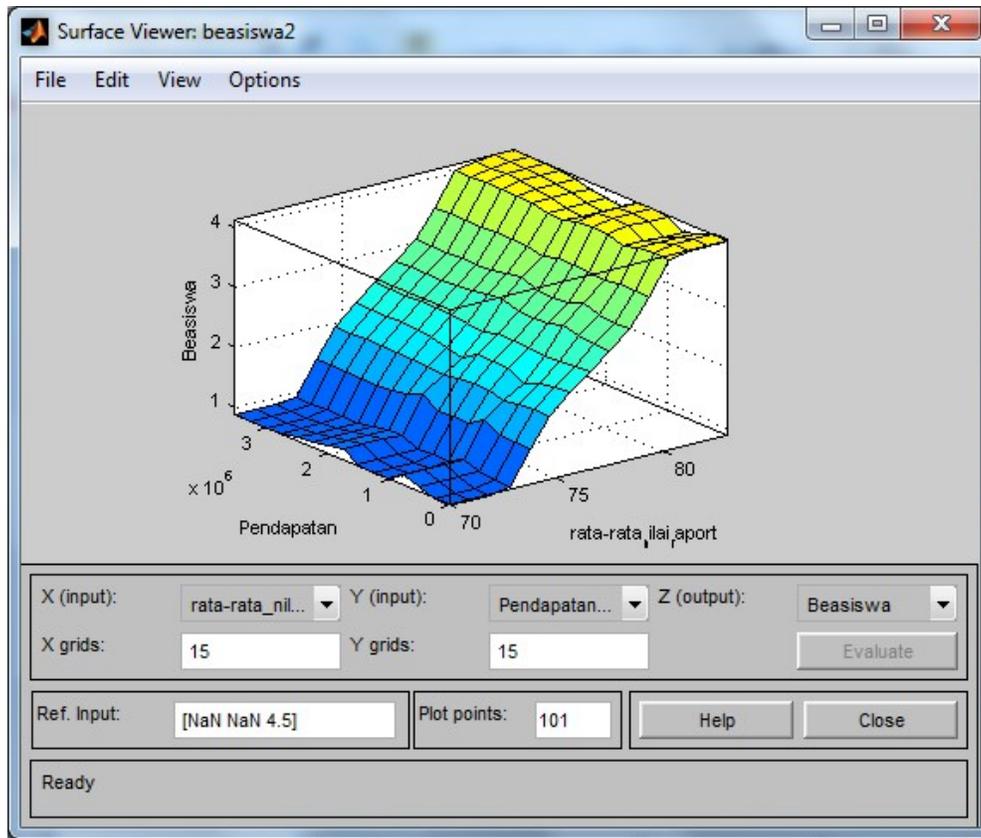
Gambar 16. menampilkan komposisi aturan untuk variabel beasiswa, dengan nilai linguistik rendah, sedang dan tinggi dengan operator and. Berdasarkan aturan metode Mamdani yang telah dibuat, maka dapat diketahui tampilan komposisi aturan yang disajikan pada Gambar 17.

Gambar 17 menampilkan komposisi masing-masing variabel dengan masukan yang dapat dilihat pada kotak input yang berwarna kuning. Hasil keluarannya terletak pada kotak yang paling kanan dan berwarna biru. Hasil keluaran dapat langsung ditampilkan berdasarkan *input* yang dimasukkan.



Gambar 17. Tampilan Komposisi Aturan

Hasil akhir menampilkan angka yang merupakan persentase penerimaan beasiswa. Selain itu, tampilan diagram metode Mamdani beasiswa dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Tampilan Diagram Metode Mamdani Beasiswa

Gambar 18. Menampilkan komposisi masing-masing variabel dengan masukan yang telah dilakukan sebelumnya. Tampilan berupa grafik dengan sumbu X dan sumbu Y sebagai masukannya dan sumbu Z sebagai keluarannya yang dapat memberikan informasi tentang perbandingan variabel yang dibandingkan dan keluarannya.

5. Kesimpulan

Perhitungan penentuan beasiswa dengan menggunakan metode Mamdani melalui logika *fuzzy* terdiri dari empat tahap yaitu pembentukan himpunan *fuzzy*, aplikasi fungsi implikasi dengan fungsi MIN, komposisi aturan dengan fungsi MAX, dan defuzzifikasi dengan metode *centroid*.

Setelah dilakukan perbandingan hasil melalui metode *centroid* dengan menggunakan rata-rata nilai rapor, maka terdapat 1 orang yang seharusnya layak menerima beasiswa yaitu siswa nomor 17 yang mempunyai rata-rata nilai rapor 76,48. Namun demikian, siswa tersebut tidak mendapatkan beasiswa dikarenakan nilai rata-rata rapor mempunyai selisih 0,3 dari siswa nomor 6 yang mempunyai rata-rata nilai rapor 76,7. Berdasarkan pembahasan tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Penentuan penerima beasiswa dengan menggunakan *fuzzy inference system* metode Mamdani dapat menghasilkan daftar siswa-siswi yang layak dan tepat sasaran.
2. Menggunakan perhitungan *fuzzy inference system* metode Mamdani dapat menentukan penerima beasiswa secara tepat dan akurat

Daftar Pustaka

- [1] H. Anshari, *Pengantar Ilmu Pendidikan*. Surabaya: Usaha Nasional, 1983.
- [2] H. Wibowo, R. Amalia, A. M. Fadlun, and K. Arivanty, "Sistem Pendukung Keputusan untuk Menentukan Penerima Beasiswa Bank BRI Menggunakan FMADM (Studi Kasus: Mahasiswa Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia)," Dalam *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2009*, Yogyakarta, Juni 2009.

- [3] S. Kusumadewi, “Pencarian Bobot Atribut pada Multiple Atribut Decision Making (MADM) dengan Pendekatan Obyektif Menggunakan Algoritma Genetik,” Dalam *Seminar Nasional Pendidikan Teknik Elektro*, Yogyakarta, Desember 2004.
- [4] Hafisah, H. C. Rustamaji, and Y. Inayati, “Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Jurusan di SMU dengan Logika Fuzzy,” in *Seminar Nasional Informatika 2008*, Yogyakarta: UPN Veteran, Mei 2008.
- [5] N. Agus, “Belajar Cepat Fuzzy Logic Menggunakan Matlab,” Yogyakarta: Andi, 2009.
- [6] Zimmerman, *Fuzzy Set Theory an Its Application*. Massachusetts: Kluwer Academic Publisher, 1991.
- [7] C. Earl, *The Fuzzy System handbook*. Massachusetts: Academic Press – Inc., 1994.
- [8] S. Kusumadewi, *Analisis & Desain System Fuzzy (Menggunakan Toolbox Matlab)*. Yogyakarta: Graha Ilmu”, 2002.
- [9] T. Roses, *Fuzzy Logic with Engineering Applications*. Wiley: University of New Mexico, USA, 2010.
- [10] A. Muhammad, and A. Desiani, *Pemrograman Matlab*. Yogyakarta: Andi, 2008.