

SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN DALAM MENENTUKAN BEASISWA BERPRESTASI MENGUNAKAN METODE *FUZZY* (STUDI KASUS: INSTANSI XYZ)

Dimas Wahyu Wibowo¹, Eka Larasati Amalia²

^{1,2} Teknik Informatika, Politeknik Negeri Malang

^{1,2} dimaswahyuwibowoster@gmail.com, ekalarasati.a@gmail.com

Abstrak– Beasiswa adalah bantuan keuangan yang diberikan kepada perorangan untuk keberlangsungan pendidikan yang ditempuh. Penentuan penerima beasiswa yang dilakukan Instansi XYZ saat ini masih bersifat manual. Hal ini tentu memerlukan waktu yang lama dan tingkat akurasi yang rendah. Sistem Pendukung Keputusan ini mampu membantu memudahkan dalam menentukan mahasiswa yang layak mendapatkan beasiswa secara tepat dan cepat. Penggunaan metode Fuzzy dalam sistem pendukung keputusan dilakukan dengan cara melakukan pembobotan pada setiap kriteria yang dijadikan dasar dalam penentuan penerimaan beasiswa.

Kata kunci : Beasiswa, Sistem Pendukung Keputusan, Fuzzy.

I. PENDAHULUAN

Instansi XYZ setiap tahunnya memberikan beasiswa kepada mahasiswa yang layak untuk mendapatkannya. Sesuai dengan peraturan yang telah ditetapkan oleh Instansi XYZ untuk memperoleh beasiswa, maka diperlukan kriteria-kriteria untuk menentukan mahasiswa yang terpilih sebagai penerima beasiswa. Penentuan penerima beasiswa yang dilakukan Instansi XYZ saat ini masih bersifat manual. Bagian akademik mengurutkan siswa per kriteria, kemudian menentukan penerima beasiswa. Hal ini tentu memerlukan waktu yang lama dan tingkat akurasi yang rendah. Karena dimungkinkan adanya pengamatan kriteria calon penerima yang terlewat. Untuk membantu mengatasi masalah tersebut maka diperlukan sebuah sistem pendukung keputusan dalam menentukan penerima beasiswa bagi mahasiswa yang berprestasi menggunakan metode *Fuzzy*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem Pendukung Keputusan (SPK)

Menurut Turban Sistem Pendukung Keputusan (SPK) atau *Decision Support System (DSS)* adalah sebuah sistem yang dapat memecahkan masalah dengan kondisi semi terstruktur dan tak terstruktur (Turban, 2005:1). SPK dapat membantu memberikan penilaian terhadap alternatif dalam pengambilan keputusan. Proses pengambilan keputusan terdiri dari tiga fase proses, yaitu:

- Fase *intelligence* atau studi kelayakan, dalam tahap ini dilakukan proses identifikasi masalah
- Fase *design* atau perancangan, dalam tahap ini memformulasikan model yang akan digunakan dan menentukan kriteria.
- Fase *choice* atau pemilihan, dalam tahap ini didapatkan keluaran berupa solusi permasalahan.

Sistem Pendukung Keputusan terdiri dari tiga komponen utama yaitu:

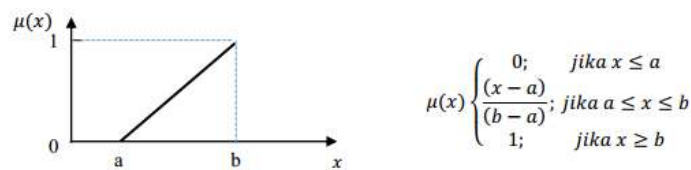
- Subsistem data, merupakan komponen penyedia data yang diperlukan oleh sistem.
- Subsistem model, merupakan komponen yang mengubah data menjadi sebuah informasi yang berguna bagi sistem.
- Antarmuka pengguna, komponen ini berfungsi sebagai sarana interaksi antara *user* dengan sistem.

B. Logika Fuzzy

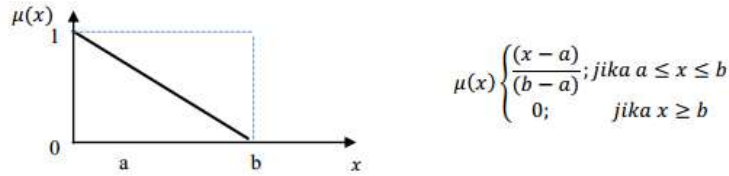
Logika *Fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Dasar logika *fuzzy* adalah teori himpunan *fuzzy*. Peranan derajat keanggotaan pada teori himpunan *fuzzy* sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan. Nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan atau *membership function* menjadi ciri utama dari penalaran dengan logika *fuzzy* tersebut.

Fuzzy memiliki 3 bagian, yaitu fuzzifikasi, inferensi *fuzzy*, dan defuzzifikasi. Fuzzifikasi adalah proses untuk mengubah input sistem yang mempunyai nilai tegas menjadi variabel linguistik menggunakan fungsi keanggotaan yang disimpan dalam basis pengetahuan *fuzzy*. Inferensi *fuzzy* adalah proses untuk mengubah input *fuzzy* menjadi output *fuzzy* dengan cara mengikuti aturan-aturan (IF-THEN Rule) yang telah ditetapkan pada basis pengetahuan. Defuzzifikasi adalah proses mengubah output *fuzzy* yang diperoleh dari mesin inferensi menjadi nilai tegas menggunakan fungsi keanggotaan yang sesuai dengan saat dilakukan fuzzifikasi.

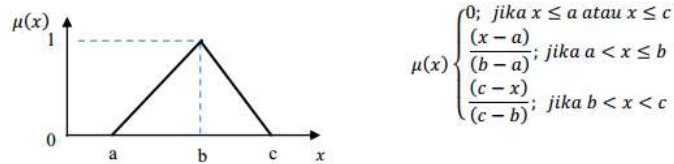
Ada beberapa fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy*, antara lain fungsi keanggotaan linier, fungsi keanggotaan segitiga, dan fungsi keanggotaan trapesium.



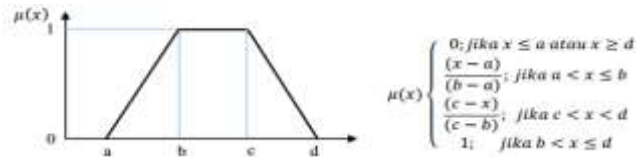
Gambar 1. Grafik fungsi keanggotaan himpunan representasi linear naik



Gambar 2. Grafik fungsi keanggotaan himpunan representasi linear turun



Gambar 3. Grafik fungsi keanggotaan himpunan representasi keanggotaan segitiga



Gambar 4. Grafik fungsi keanggotaan himpunan fuzzy representasi keanggotaan trapesium

III. METODE PENELITIAN

A. Desain Sistem

1. Analisa Kebutuhan Sistem

Pada sistem ini, *user* dapat memasukan sendiri masukan data masing-masing parameter sesuai dengan range yang telah disediakan oleh sistem. Sistem akan memproses data input untuk dikelompokkan sesuai fungsi keanggotaan dan rule yang telah ditentukan.

a. Kebutuhan Input

Kebutuhan input sistem terdiri dari: nilai IPK, penghasilan kotor orangtua, dan prestasi non akademik.

b. Kebutuhan Output

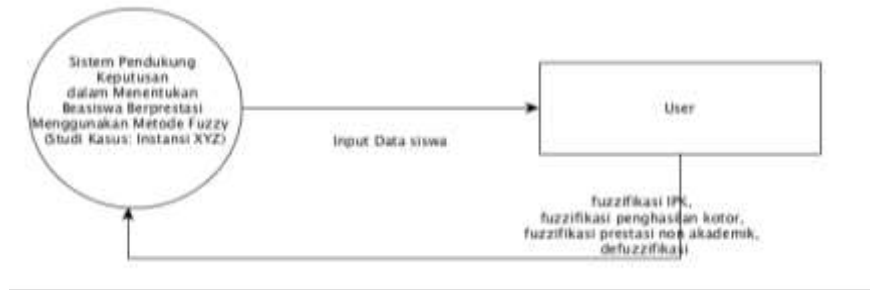
Output sistem berupa rekomendasi nama mahasiswa yang berhak mendapatkan beasiswa.

2. Data Flow Diagram

Data Flow Diagram menggambarkan aliran data yang terjadi di dalam sistem, sehingga dengan dibuatnya DFD ini akan terlihat arus data yang mengalir dalam sistem.

2.1 Konteks Diagram

Diagram konteks sistem terlihat pada Gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Diagram Konteks

Dari diagram konteks sistem di atas dapat dilihat terdapat satu entitas yang terhubung dalam sistem ini, yaitu bagian akademik yang selanjutnya disebut *user*. *User* yang memasukkan data berupa nama mahasiswa, nilai IPK, penghasilan kotor orangtua, dan prestasi yang diperoleh. Setelah masukan diproses dalam sistem *fuzzy*, maka dapat diperoleh hasil rekomendasi nama mahasiswa yang berhak menerima beasiswa.


3. Konsep Pembentukan Database

Pembentukan database ini mempunyai dua table yaitu *tb_kriteria*, *tb_siswa*. Pada tabel *tb_kriteria* digunakan untuk menyimpan data kriteria.

Pada tabel *tb_siswa* digunakan untuk menyimpan data alternatif mahasiswa penerima beasiswa.

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra
1	id	int(10)			No	None	AUTO_INCREMENT
2	nama_kriteria	varchar(30)			Yes	NULL	
3	bawah	float(10,2)			Yes	NULL	
4	tengah	float(10,2)			Yes	NULL	
5	atas	float(10,2)			Yes	NULL	
6	kelompok	tinyint(2)			Yes	NULL	
7	keterangan	varchar(100)			Yes	NULL	

Gambar 6. Struktur Tabel *tb_kriteria*

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra
1	id 	int(5)			No	None	AUTO_INCREMENT
2	nip	varchar(5)			Yes	NULL	
3	nama	varchar(25)			Yes	NULL	
4	IPK	int(5)			Yes	NULL	
5	Penghasilan_Kotor	int(5)			Yes	NULL	
6	Prestasi_non_akademik	int(5)			Yes	NULL	

Gambar 7. Struktur Tabel tb_siswa

4. Fungsi Derajat Keanggotaan

Tabel 1. Data Mahasiswa

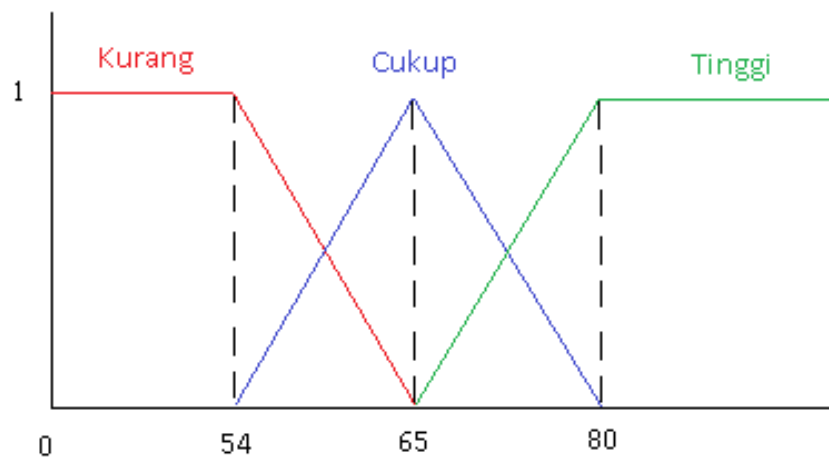
Nip	Nama	IPK	Penghasilan Kotor	Prestasi non Akademik
164122	Ade Saputra	75	80	60
164135	Aditio Rahmat	77	88	55
164140	Afina Aksari	45	63	54
164101	Annina Avelia	67	77	50
164130	Aprilia Rani	90	60	65
164190	Bagus Krisna	90	90	90
164105	Indah Nurhayati	90	70	65
164143	Jenar Trhapsari	45	60	70
164160	Rahmad Tomi	70	30	35
164133	Tommy Ardiansah	60	50	80

Pada fungsi derajat keanggotaan menggunakan *fuzzy* dibagi menjadi keanggotaan IPK, penghasilan kotor orangtua, dan prestasi yang diperoleh.

Tabel 2. Pengelompokan IPK

Variabel	Himpunan Fuzzy	Range IPK (x)	Domain Nilai
IPK	Kurang	2.5 - 2.74	0 – 65
	Cukup	2.75 – 3.6	54 – 80
	Tinggi	3.5 – 4.0	65 – 100

Fungsi keanggotaan untuk variabel IPK terdiri dari tiga himpunan *fuzzy* yaitu Kurang, Cukup, dan tinggi yang diambarkan dalam kurva segitiga seperti gambar 8.



Gambar 8. Grafik Fungsi Keanggotaan IPK

Fungsi keanggotaan:

$$\mu_{\text{Kurang}} [x] = \begin{cases} 1, & x \leq 54 \\ \frac{65 - x}{65 - 54}, & 54 < x < 65 \\ 0, & x \geq 65 \end{cases}$$

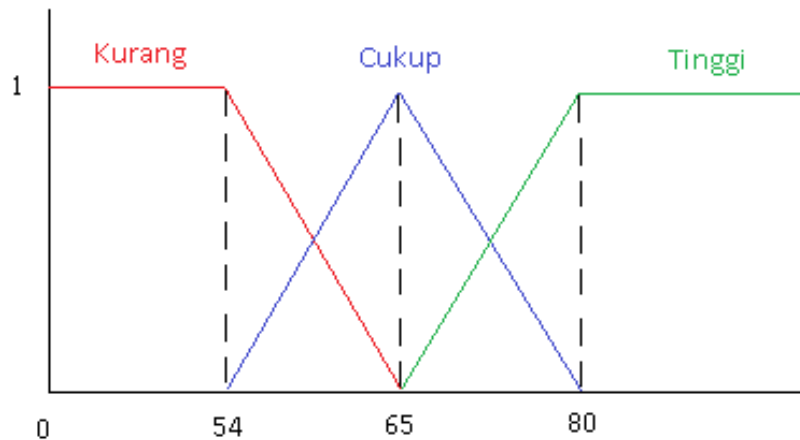
$$\mu_{\text{Cukup}} [x] = \begin{cases} 0, & x < 54 \\ \frac{x - 54}{65 - 54}, & 54 < x < 65 \\ \frac{x - 65}{80 - 65}, & 65 < x < 80 \\ 1, & x \geq 80 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Tinggi}} [x] = \begin{cases} 0, & x < 65 \\ \frac{x - 65}{80 - 65}, & 65 < x < 80 \\ 1, & x \geq 80 \end{cases}$$

Tabel 3. Pengelompokan Penghasilan Kotor Orangtua

Variabel	Himpunan Fuzzy	Range Peghasilan kotor orangtua (x)	Domain Nilai
Penghasilan kotor orangtua	Kurang	$1.250.000 < x < 1.750.000$	0 – 65
	Cukup	$750.000 < x < 1.250.000$	54 – 80
	Tinggi	$x < 750.000$	65 – 100

Fungsi keanggotaan untuk variabel penghasilan kotor terdiri dari tiga himpunan fuzzy yaitu Kurang, Cukup, dan Tinggi yang diambarkan dalam kurva segitiga sebagai berikut:



Gambar 9. Grafik Fungsi Keanggotaan Penghasilan Kotor

Fungsi keanggotaan:

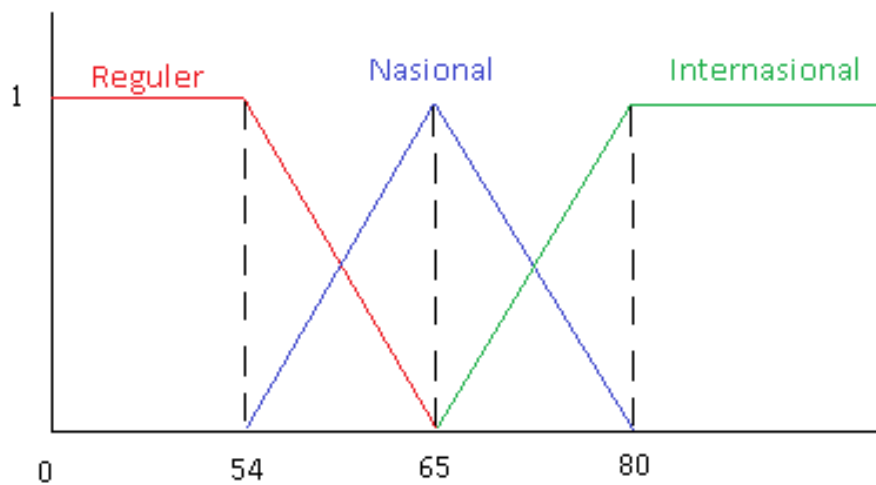
$$\mu_{\text{Kurang}} [x] = \begin{cases} 1, & x \leq 54 \\ \frac{65 - x}{65 - 54}, & 54 < x < 65 \\ 0, & x \geq 65 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Cukup}} [x] = \begin{cases} 0, & x < 54 \\ \frac{x - 54}{80 - 54}, & 54 < x < 80 \\ 1, & x \geq 80 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Tinggi}} [x] = \begin{cases} 0, & x < 54 \\ \frac{x - 54}{80 - 54}, & 54 < x < 80 \\ 1, & x \geq 80 \end{cases}$$

Semesta Pembicaraan	Himpunan <i>Fuzzy</i>	Domain Nilai
Prestasi non akademik	Reguler	0 – 65
	Nasional	54 – 80
	Internasional	65 - 100

Fungsi keanggotaan untuk variabel prestasi non akademik terdiri dari tiga himpunan *fuzzy* yaitu Reguler, Nasional, dan Internasional yang diambarkan dalam



Gambar 10. Grafik Fungsi Keanggotaan Prestasi non Akademik

kurva segitiga sebagai berikut:

Fungsi keanggotaan:

$$\mu_{\text{Reguler}} [x] = \begin{cases} 1, & x \leq 54 \\ \frac{65 - x}{65 - 54}, & 54 < x < 65 \\ 0, & x \geq 65 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Nasional}} [x] = \begin{cases} 0, & x < 54 \\ \frac{x - 54}{65 - 54}, & 54 < x < 65 \\ \frac{x - 65}{80 - 65}, & 65 < x < 80 \\ 1, & x \geq 80 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Internasional}} [x] = \begin{cases} 0, & x < 65 \\ \frac{x - 65}{80 - 65}, & 65 < x < 80 \\ 1, & x \geq 80 \end{cases}$$

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini merupakan hasil dan pembahasan sistem penerapan metode *fuzzy* dalam menentukan mahasiswa yang berhak menerima beasiswa. Proses melakukan identifikasi dilakukan dengan melaksanakan penelitian dan observasi pada sistem yang sedang berjalan. Hasil penelitian-penelitian tersebut dipergunakan untuk masukan ke dalam sistem yang akan dikembangkan.

A. Antar Muka Pengguna

Antar muka pengguna digunakan untuk memudahkan *user* dalam melakukan operasi perhitungan. Pada antar muka ini akan dijabarkan di beberapa bagian yang akan digunakan oleh *user*.

1. Halaman Utama

Pada halaman utama terdapat tulisan selamat datang di sistem pendukung keputusan dalam menentukan beasiswa berprestasi menggunakan metode *fuzzy*. Terdapat juga menu input data siswa dimana *user* dapat menginputkan nilai dari kriteria yang telah ditentukan oleh admin. Selain itu juga terdapat menu parameter fuzzy, fuzzifikasi IPK, fuzzifikasi penghasilan kotor, fuzzifikasi prestasi non akademik, defuzzifikasi, dan kontak.



Gambar 11. Antarmuka Halaman Utama

2. Halaman Masukkan Data Siswa

Pada halaman ini digunakan *user* untuk memasukkan nilai untuk masing-masing kriteria.



Gambar 12. Halaman Masukkan Data Siswa

3. Halaman Fuzzifikasi IPK

Pada halaman fuzzifikasi IPK menampilkan penerima beasiswa berdasarkan IPK dengan derajat keanggotaannya pada setiap himpunan. Hasil dari derajat keanggotaan didapat setelah diproses dengan ekspresi fungsi keanggotaan *fuzzy* variabel IPK.

No	Nama	IPK	Derajat Keanggotaan ($\mu(x)$)			
			Kurang	Cukup	Tinggi	Dapat Anggota
1	Ade Saputra	75	0	0.55	0.07	Tinggi
2	Addo Rahmat Yuliska	77	0	0.2	0.8	Tinggi
3	Afina Akbari	45	1	0	0	Kurang
4	Annisa Avelia	67	0	0.67	0.13	Cukup
5	Aprilia Rani Hamidah	93	0	0	1	Tinggi
7	Bagus Kirana	93	0	0	1	Tinggi
8	Inah Nurhayati	93	0	0	1	Tinggi
9	Jenar Trihapsari	45	1	0	0	Kurang
10	Rahmad Tomi	70	0	0.67	0.33	Cukup
11	Tommy Ardiansah	60	0.45	0	0	Kurang

Gambar 13. Halaman Fuzzifikasi IPK

4. Halaman Fuzzifikasi Penghasilan Kotor Orangtua

Pada halaman fuzzifikasi penghasilan kotor orang tua menampilkan penerima beasiswa berdasarkan penghasilan kotor orangtua dengan derajat keanggotaannya pada setiap himpunan. Hasil dari derajat keanggotaan didapat setelah diproses dengan ekspresi fungsi keanggotaan *fuzzy* variabel penghasilan kotor orang tua.

No	Nama	Penghasilan_Kotor	Derajat Keanggotaan ($\mu(x)$)			
			Kurang	Cukup	Tinggi	Dapat Anggota
1	Ade Saputra	80	0	0	1	Tinggi
2	Addo Rahmat Yuliska	68	0	0.8	0.2	Cukup
3	Afina Akbari	63	0.18	0	0	Kurang
4	Annisa Avelia	77	0	0.2	0.8	Tinggi
5	Aprilia Rani Hamidah	60	0.45	0	0	Kurang
7	Bagus Kirana	90	0	0	1	Tinggi
8	Inah Nurhayati	70	0	0.67	0.33	Cukup
9	Jenar Trihapsari	60	0.45	0	0	Kurang
10	Rahmad Tomi	30	1	0	0	Kurang
11	Tommy Ardiansah	50	1	0	0	Kurang

Gambar 14. Halaman Fuzzifikasi Penghasilan Kotor

5. Halaman Fuzzifikasi Prestasi non Akademik

Pada halaman fuzzifikasi prestasi non akademik menampilkan penerima beasiswa berdasarkan prestasi non akademik dengan derajat keanggotaannya pada setiap himpunan. Hasil dari derajat keanggotaan didapat setelah diproses dengan ekspresi fungsi keanggotaan *fuzzy* variabel prestasi non akademik

Berdasarkan : Prestasi_non_akademik

No	Nama	Prestasi_non_akademik	Derajat Keanggotaan ($\mu(x)$)			
			Kurang	Cukup	Tinggi	Derajat Anggota
1	Ade Saputra	60	0.45	0	0	Kurang
2	Adito Rahmat Yuliska	55	0.91	0	0	Kurang
3	Afina Aksari	54	1	1	0	Kurang
4	Annisa Avelia	50	1	0	0	Kurang
5	Aprilia Rani Hamidah	65	0	1	0	Cukup
7	Bagus Krisna	90	0	0	1	Tinggi
8	Indah Nurhayati	65	0	1	0	Cukup
9	Jenar Trihapsari	70	0	0.67	0.33	Cukup
10	Rahmad Toni	35	1	0	0	Kurang
11	Tommy Ardiansah	80	0	0	1	Tinggi

Gambar 15. Halaman Fuzzifikasi Prestasi non Akademik

6. Halaman Defuzzifikasi

Halaman ini menampilkan hasil perhitungan defuzzifikasi dengan keluaran berupa rekomendasi nama mahasiswa yang berhak mendapatkan beasiswa.

Daftar Prestasi Akademik Siswa

No	Nama	Penilaian Prestasi Akademik Siswa					Keterangan
		Penghasilan_Kotor	Prestasi_non_akademik	IPK	Total Kemampuan		
1	Ade Saputra	Tinggi [0.67]	Tinggi [1]	Kurang [0.45]	0.82	Tidak Lolos	
2	Adito Rahmat Yuliska	Tinggi [0.8]	Cukup [0.9]	Kurang [0.91]	0.9	Tidak Lolos	
3	Afina Aksari	Kurang [1]	Kurang [0.18]	Kurang [1]	0.73	Tidak Lolos	
4	Annisa Avelia	Cukup [0.87]	Tinggi [0.8]	Kurang [1]	0.93	Tidak Lolos	
5	Aprilia Rani Hamidah	Tinggi [1]	Kurang [0.45]	Cukup [1]	0.82	Tidak Lolos	
7	Bagus Krisna	Tinggi [1]	Tinggi [1]	Tinggi [1]	1	Lolos	
8	Indah Nurhayati	Tinggi [1]	Cukup [0.67]	Cukup [1]	0.89	Lolos	
9	Jenar Trihapsari	Kurang [1]	Kurang [0.45]	Cukup [0.67]	0.71	Tidak Lolos	
10	Rahmad Toni	Cukup [0.67]	Kurang [1]	Kurang [1]	1	Tidak Lolos	
11	Tommy Ardiansah	Kurang [0.45]	Kurang [1]	Tinggi [1]	0.67	Tidak Lolos	

Gambar 16. Halaman Defuzzifikasi

B. Pengujian

Untuk mendapatkan hasil yang maksimal maka perlu adanya pengujian pada sisi aplikasi dengan memasukkan nilai pada halaman masukkan data mahasiswa. *User* menginputkan nilai dengan mengklik pada tiap-tiap kotak yang tersedia sehingga akan



Gambar 18. Pengujian Halaman Setelah Masukkan Data muncul halaman input nilai pada Gambar 17.

Jika *user* telah berhasil memasukkan nilai maka nilai-nilai yang telah diinputkan akan tampil pada halaman awal (Gambar 18). Pada halaman *user* selain menampilkan nilai-nilai yang telah diinput oleh *user*, terdapat hasil fuzzifikasi IPK, penghasilan kotor orang tua dan prestasi non akademik. Untuk melihat hasil akhir dari perhitungan maka *user* melakukan langkah berikutnya yaitu dengan menekan tombol defuzzifikasi.



Gambar 19. Halaman Defuzzifikasi

Pada halaman akhir *user* dapat mengetahui rekomendasi penerima beasiswa. Untuk menguji sistem maka akan diberikan kasus untuk penyeleksian beasiswa dengan ketentuan tidak terdapatnya nilai yang kurang. Pada aplikasi terlihat hasil bahwa yang lolos adalah mahasiswa yang tidak terdapat nilai yang kurang. Hal ini terlihat pada

No.	Nama	Pengantar	Membaca	JMB	Nilai Rata-rata	Keputusan
1	Alderson	7000 (1.00)	7000 (1.00)	7000 (1.00)	0.00	Tidak Lolos
2	Sally Ramani	7000 (1.00)	7000 (1.00)	7000 (1.00)	0.00	Tidak Lolos
3	Alid Sison	7000 (1.00)	7000 (1.00)	7000 (1.00)	0.00	Tidak Lolos
4	Salma Sison	7000 (1.00)	7000 (1.00)	7000 (1.00)	0.00	Tidak Lolos
5	Andry Hui	7000 (1.00)	7000 (1.00)	7000 (1.00)	0.00	Tidak Lolos
6	Raja Hui	7000 (1.00)	7000 (1.00)	7000 (1.00)	0	Lolos
7	Joan Ramani	7000 (1.00)	7000 (1.00)	7000 (1.00)	0.00	Tidak Lolos
8	Joan Ramani	7000 (1.00)	7000 (1.00)	7000 (1.00)	0.00	Tidak Lolos
9	Harold Sison	7000 (1.00)	7000 (1.00)	7000 (1.00)	0	Tidak Lolos
10	Harold Sison	7000 (1.00)	7000 (1.00)	7000 (1.00)	0.00	Tidak Lolos
11	Harold Sison	7000 (1.00)	7000 (1.00)	7000 (1.00)	0.00	Tidak Lolos

Sistem Pendukung Keputusan dalam Menentukan Beasiswa Berprestasi menggunakan Metode Fuzzy

Gambar 20. Pengujian Aplikasi

Gambar 20.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut logika *fuzzy* dapat diterapkan untuk menentukan mahasiswa yang berhak mendapatkan beasiswa dengan menggunakan nilai kriteria seleksi beasiswa sebagai data input *fuzzy*. Dengan logika *fuzzy* proses penyeleksian menjadi lebih adil dan akurat dengan memperhatikan nilai yang proporsional bagi setiap kriteria perekrutannya. Logika *fuzzy* dapat dijadikan sebagai alat bantu pendukung keputusan dalam melakukan proses seleksi penerima beasiswa.

B. Saran

- 1) Dapat dilakukan penambahan variabel.
- 2) Dalam perhitungan solusi dengan menggunakan model *fuzzy*, dapat memperbanyak pilihan kriteria yang diajukan sistem yang bersifat dinamik, yang terdiri dari variabel input *fuzzy* dan variabel input non *fuzzy*.

VI. DAFTAR PUSTAKA

Cristiono, Denny, 2005, Aplikasi Pendukung Keputusan Dengan Menggunakan Logika Fuzzy (studi kasus Pemilihan Handphone Berdasarkan Kebutuhan Konsumen), Salatiga, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Satya Wacana.

Kusumadewi, Sri. 2007. Sistem Fuzzy Untuk Klasifikasi Indikator Kesehatan Daerah. Yogyakarta. ISSN: 978-979-96964-5-8.

Kusumadewi, Sri & Hari Purnomo. 2010. Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan Edisi Kedua. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Kusrini, Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan. Yogyakarta : Penerbit ANDI, 2007.

Turban, Efraim, 2005, Sistem Pendukung Keputusan dan Sistem Cerdas, Andi, Yogyakarta.

Yudanto, A.Y, Apriyadi, M dan Sanjaya, K. Optimalisasi Lampu Lalu Lintas dengan Fuzzy Logic, ULTIMATICS, Vol V, No.2 | Desember 2013