

Article history

Received Pebruary 6, 2018

Accepted July 2, 2018

SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN UNTUK PENILAIAN PEMBERIAN BEASISWA DENGAN MENGGUNAKAN METODE FUZZY- AHP DAN PROGRAM MATLAB

Alfrety Septy Wauran¹⁾, Kusrini²⁾

^{1), 2)} Pasca Sarjana Teknik Informatika Universitas AMIKOM Yogyakarta

Jln. Ring Road Utara, Condongcatur, Depok, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, DI. Yogyakarta 55281

Email : cheptywauran01@gmail.com, kusrini@amikom.ac.id

Abstrak

Masih banyak perguruan tinggi yang masih menggunakan cara manual untuk melakukan seleksi beasiswa. Sehingga seringkali hasil penerima beasiswa tidaklah objektif karena tidak adanya ukuran yang terukur untuk melakukan penilaian pemberian beasiswa. Oleh sebab itu dengan adanya teknologi komputer sekarang ini memungkinkan bagi pengelola beasiswa di perguruan tinggi untuk membuat suatu sistem pendukung keputusan berbasis komputer dengan berbagai metode algoritma. Salah satu algoritma yang akurat untuk suatu sistem pendukung keputusan adalah metode Fuzzy – AHP. Dimana proses pemberian bobot kriteria beasiswa di tentukan oleh AHP dan dioptimasi range nilai tunggalnya dengan menggunakan algoritma Fuzzy. Algoritma ini dapat mengatasi keterbatasan range nilai dengan Triangle Fuzzy Number (TFN), juga dapat mengatasi masalah ketidakpastian. Penelitian ini akan mengimplementasikan metode Fuzzy – AHP kedalam program Matlab, karena software ini sangat akurat dan mudah dalam melakukan operasi matematika dan statistika. Adanya fungsi matriks, eigenvalue, eigenvector dan yang lainnya, membuat program Matlab sangatlah cocok bila digunakan untuk analisa dengan metode Fuzzy – AHP. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan metode Fuzzy – AHP kedalam program Matlab, sehingga hasil- hasil yang ada dapat dianalisa secara matematika maupun statistika untuk pengembangan penelitian ini. Sebagai langkah awal penelitian ini telah menghasilkan program Matlab untuk metode Fuzzy – AHP. Dimana dari data yang ada dapat dihasilkan nilai akhir berdasarkan metode yang digunakan. Hasil akhir tersebut berupa nilai akhir dan kesimpulan tentang range/ tingkat kelayakan mahasiswa memperoleh beasiswa.

Kata kunci : Sistem Pendukung Keputusan, Fuzzy, AHP, Matlab

1. Pendahuluan

Latar Belakang Masalah

Beasiswa diberikan oleh pemerintah Indonesia yang berprestasi tetapi tidak mampu untuk membiayai kuliah di perguruan tinggi. Beasiswa ini cukup besar nilainya, mencakup biaya SPP keseluruhan sampai selesai pendidikan juga biaya hidup selama kuliah. Dengan adanya beasiswa di perguruan tinggi maka kemauan para pelamar di perguruan tinggi melalui beasiswa ini sangat besar. Tetapi kuota penerimaan beasiswa ini sangat terbatas diberikan untuk masing- masing perguruan tinggi. Oleh sebab itu sangat diperlukan suatu sistem penerimaan beasiswa ini yang jujur, adil dan transparan.

Untuk itu bagi perguruan tinggi yang masih melakukan seleksi penerimaan beasiswa secara manual untuk memanfaatkan teknologi yang ada

dengan menggunakan sistem pendukung keputusan berbasis komputer. Sehingga hasil penentuan penerima beasiswa ini sering menimbulkan kecemburuan dan ketidakadilan. Hal ini dikarenakan tidak adanya sebuah sistem penilaian yang real, adil dan transparan. Oleh sebab itu hal ini menjadi dasar dari penulis untuk membuat suatu sistem pendukung keputusan untuk penilaian penerima beasiswa dengan menggunakan *Fuzzy-AHP* dan program Matlab.

Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan bahwa bagaimana cara membuat sebuah sistem pendukung keputusan untuk penilaian pemberian beasiswa dengan mengimplementasikan metode Fuzzy - AHP kedalam program Matlab.

Batasan Masalah

Dalam pembuatan program Matlab untuk metode Fuzzy – AHP ini hanya dibatasi pada 3 kriteria saja. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data dummy yang terbatas yaitu 10 data mahasiswa saja.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengimplementasikan sebuah sistem pendukung keputusan dengan metode Fuzzy – AHP kedalam program Matlab.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk membantu pengelola beasiswa dalam membuat suatu sistem pendukung keputusan. Selain itu juga bisa bermanfaat bagi mahasiswa yang ingin mempelajari metode Fuzzy – AHP dan juga program Matlab.

Landasan Teori

Sistem Pendukung Keputusan (SPK)

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) adalah sistem yang secara interaktif menyediakan informasi, pemodelan, dan manipulasi data dimana sistem tersebut digunakan untuk membantu pengambilan keputusan dalam masalah yang bersifat semi terstruktur dan tidak terstruktur, yang tak seorang pun tahu secara pasti bagaimana seharusnya keputusan dibuat (Alter, 2002). Sistem Pendukung Keputusan (SPK) pada umumnya dibangun untuk mencari suatu solusi dari suatu masalah dengan beberapa pilihan (*alternative*) yang ada berdasarkan pengetahuan, atau mengevaluasi suatu peluang berdasarkan data yang ada. Dimana sistem pendukung keputusan tersebut dinamakan aplikasi SPK. Untuk mencari solusi atas masalah manajemen tertentu yang tidak terstruktur, aplikasi SPK menggunakan CBIS (*Computer Based Information System*) yang fleksibel, interaktif, dan dapat diadaptasi (Kusrini, 2007).

Fuzzy Logic

Teori *fuzzy* dimulai dengan suatu *paper* mengenai "*fuzzy sets*" yang dipublikasikan dalam jurnal akademik berjudul "*Information and Control*" oleh Prof. LA. Zadeh dari Universitas California Berkeley, Amerika Serikat, pada tahun 1965. Kemunculan gugus *fuzzy* pada tahun 10 tahun pertama tidak terlalu diperhatikan, namun baru-baru ini telah terjadi perkembangan yang cukup pesat dalam hal

jumlah penelitian dan *paper-paper* mengenai *fuzzy* dan aplikasinya. Dalam suatu sistem yang paling rumit dimana hanya tersedia data numerik dan mungkin hanya terdapat informasi yang bersifat tidak jelas / ambigu, *fuzzy logic* menyediakan cara untuk memahami perilaku sistem dengan mengizinkan kita untuk menyisipkan perkiraan antara masukkan / *input* dan keluaran / *output*.

Fuzzy logic sering digunakan dalam optimasi metode lainnya. Dalam penelitian ini, untuk mengolah kriteria- kriteria dalam penilaian pemberian beasiswa tersebut melalui aplikasi sistem pendukung keputusan diperlukan metode yang akurat. Metode *Fuzzy-AHP* adalah penerapan dari metode AHP (*Analytical Hierarkhi Process*) yang kriterianya dioptimasi dengan metode *Fuzzy Logic*. Sehingga keterbatasan dari metode AHP (*Analytical Hierarkhi Process*) yang tidak dapat menjangkau kriteria yang agak samar karena hanya memiliki 1 nilai tetap, dapat diatasi dengan metode *Fuzzy Logic* yang memiliki 3 nilai TFN (*lower, medium, upper*).

Analytic Hierarchy Process (AHP)

Prinsip utama metode AHP adalah memasukan persepsi manusia kedalam sebuah hierarki fungsional. Dalam menyelesaikan masalah pengambilan keputusan dengan metode AHP, berikut ini adalah prinsip yang harus dipahami (Kusrini,2007) :

1. Membuat Hierarki
Sistem dari permasalahan yang kompleks dapat lebih dimengerti dengan memecahnya menjadi elemen-elemen pendukung, menyusun elemen secara hierarki, dan menggabungkannya atau mensistesisnya.
2. Penilaian kriteria dan alternatif.
Penilaian ini dilakukan dengan perbandingan berpasangan dalam matriks. Menurut Saaty (1988), skala 1 – 9 adalah representasi terbaik dari untuk mengekspresikan pendapat untuk sebuah masalah.
3. Menentukan Prioritas.
Untuk setiap kriteria dan alternatif harus dilakukan perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*). Nilai perbandingan relatif dari seluruh alternatif kriteria bisa disesuaikan dengan judgement yang telah ditentukan untuk menghasilkan bobot dan prioritas dengan memanipulasi matriks atau

melalui penyelesaian persamaan matematika.

4. *Logical Consistency* (konsistensi logis)
Konsistensi adalah pertama dimana objek-objek serupa bisa dikelompokkan sesuai dengan keseragaman dan relevansi. Kedua, menyangkut tingkat hubungan antar objek yang didasarkan pada kriteria tertentu.

Pada dasarnya prosedur atau langkah- langkah dalam metode *AHP* terdiri dari (Kusrini, 2007):

1. Mendefinisikan masalah dan menentukan solusi yang diinginkan, lalu menyusun hierarki dari permasalahan yang dihadapi.
2. Menentukan prioritas elemen.
3. Sintesis.
Pertimbangan- pertimbangan terhadap perbandingan berpasangan sintesis untuk menghasilkan keseluruhan prioritas.
4. Mengukur konsistensi
Hasil akhir dari langkah ini menghasilkan λ maks
5. Hitung konsistensi *Index* dengan menggunakan rumus berikut ini:
$$CI = (\lambda, \text{maks} - n) / n$$

Dimana n = banyaknya elemen
6. Hitung Rasio Konsistensi/ *Consistency Ratio* (CR) dengan menggunakan rumus berikut ini:
$$CR = CI / IR$$

Dimana CR = *Consistency Ratio*
 CI = *Consistency Index*
 IR = *Index Random Consistency*
7. Memeriksa konsistensi hierarki dengan pengujian berikut ini:

Jika nilai CR lebih dari 10% (0.1), maka penilaian data tersebut tidak konsisten dan harus diperbaiki. Dan jika nilai CR kurang dari atau sama dengan 10% (0.1), maka penilaian data adalah sudah benar.

2. Metode Penelitian

Studi Literature

Pada tahapan ini kegiatan yang dilakukan adalah mempelajari dan memahami konsep dasar teori metode *Fuzzy- AHP* dan program Matlab implementasinya dalam permasalahan-permasalahan sejenis. Dalam tahap ini juga dilakukan analisa tentang kriteria- kriteria yang paling berpengaruh dalam penilaian pemberian beasiswa di perguruan tinggi.

Mengumpulkan Data

Dalam penelitian ini hanya menggunakan data dummy saja yang terdiri dari data 10 mahasiswa yang akan dicari nilai akhir penilaian berdasarkan kriteria- kriteria yang telah ditentukan.

Implementasi hasil

Untuk implementasi sistem pendukung keputusan dengan metode Fuzzy – AHP ini akan digunakan program Matlab. Dimana program Matlab sangatlah akurat dan cepat dalam melakukan proses matematika dan statistika.

3. Hasil dan Pembahasan

Analisa Data

Adapun kriteria yang dipilih yang merupakan kriteria yang paling berpengaruh besar dalam penilaian pemberian beasiswa di perguruan tinggi. Kriteria- kriteria yang dipilih dalam penelitian ini adalah :

1. Indeks Prestasi Kumulatif (IPK)
IPK adalah rata- rata kumulatif nilai dari seluruh matakuliah yang telah diikuti oleh mahasiswa. Adapun range nilai dari IPK adalah 0 – 4. Karena semakin tinggi IPK maka penilaian beasiswa akan semakin bagus untuk mahasiswa tersebut, dengan demikian data untuk kriteria IPK nanti akan bervariasi untuk setiap mahasiswa yang akan digunakan dalam metode Fuzzy – AHP mulai dari minimum 0 dan maksimum 4.
2. Penghasilan Orang Tua
Kriteria ini merupakan penghasilan orang tua/ wali mahasiswa dimana range nilai akan dibagi menjadi beberapa group. Dimana semakin kecil penghasilan orang tua/ wali maka semakin tinggi pula nilai mahasiswa tersebut. Berikut adalah pembagian range nilai tersebut :
$$0 < \text{Penghasilan} < 1.000.000 = 6$$

$$1.000.000 < \text{Penghasilan} < 2.000.000 = 5$$

$$2.000.000 < \text{Penghasilan} < 3.000.000 = 4$$

$$3.000.000 < \text{Penghasilan} < 4.000.000 = 3$$

$$4.000.000 < \text{Penghasilan} < 5.000.000 = 2$$

$$\text{Penghasilan} \geq 5.000.000 = 1$$
3. Tanggungan Orang Tua/ Wali
Kriteria ini adalah jumlah orang/ anak yang merupakan tanggungan orang tua/ Wali tersebut. Misalnya jumlah anak dalam keluarga tersebut adalah 3 orang, berarti nilai

kriteria ini adalah 3. Semakin banyak tanggungan maka nilai penilaian beasiswa semakin bagus. Range nilai dari kriteria ini adalah 1 – 5 (untuk tanggungan diatas 5, diwakili oleh nilai 5).

Untuk data mahasiswa yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

Nama Mhs	IPK	Penghasilan Ortu/ Wali	Tanggungan Ortu/ Wali
Alan	3.65	1	5
Iwan	3.54	4	3
Heri	3.25	3	2
Jun	3.05	6	1
Siti	3.70	3	4
Vika	3.20	2	5
Boy	3.50	1	4
Desy	3.80	2	2
Dian	3.25	5	1
Wati	3.65	3	3

Algoritma Program

Adapun algoritma metode Fuzzy- AHP yang digunakan dalam pembuatan program Matlab ini adalah :

1. Tentukan batas maksimal untuk 3 kriteria tersebut. Dalam hal ini IPK = 4, Penghasilan Ortu = 6, Tanggungan Ortu = 5.
2. Lakukan normalisasi data untuk semua kriteria dengan cara membagi masing-masing data dengan nilai maksimal yang ada pada langkah 1 diatas. Normalisasi ini dilakukan agar tidak ada kriteria yang lebih dominan karena nilai yang terlalu tinggi.
3. Tentukan relasi antar kriteria.
Dalam kasus ini diasumsikan bahwa :
IPK = 0.5 kali lebih penting dari Penghasilan Ortu,
IPK = 0.5 kali lebih penting dari Tanggungan Ortu,
Tanggungan Ortu 0.25 kali lebih penting dari Penghasilan Ortu.
4. Buat marix dari relasi kriteria tersebut berdasarkan asumsi pada langkah 3 diatas :

	IPK	Penghasilan	Tanggungan
IPK	1	2	2
Penghasilan	0.5	1	4
Tanggungan	0.5	0.25	1

5. Tentukan Tringular Fuzzy Number (TFN) dimana TFN adalah sekumpulan 3 angka segitiga yang membentuk grafik fuzzy pada nilai fuzzy 0, kemudian naik ke 1, dan kembali ke 0. TFN berisi 2 kelompok data dimana kelompok pertama adalah TFN dalam nilai sebenarnya, dan kelompok yang kedua adalah invers dari TFN, yaitu dengan mengubah x menjadi 1/x dan membalik urutan angka TFN.
6. Lakukan perhitungan rasio konsistensi untuk mengecek apakah matriks relasi antar kriteria yang dibuat sudah benar :
 - a. Tentukan indeks konsistensi acak yang digunakan. Nilai yang nantinya dipakai adalah nilai pada indeks sebanyak jumlah kriteria yang ada.
 - b. Hitung jumlah kriteria yang sesuai dengan ukuran matriks relasi antar kriteria.
 - c. Hitung nilai lambda yaitu nilai eigenvalue dengan menggunakan fungsi eigenvector
 - d. Hitung maksimal nilai lamda yang telah dihitung sebelumnya
 - e. Hitung nilai indeks konsistensi dengan rumus : $\text{indeks konsistensi} = (\text{maksimum_lambda} - \text{jumlah_kriteria}) / (\text{jumlah_kriteria} - 1)$
 - f. Hitung nilai ratio konsistensi
 - g. Apabila ratio konsistensi > 1 maka berisi pesan kesalahan, dan jika ratio konsistensi =< 1 maka lanjut kelangkah 7
7. Lakukan perhitungan bobot dengan menggunakan metode Fuzz – AHP berikut :
 - a. Lakukan konversi masing- masing relasi antar kriteria menjadi TFN. Lakukan perhitungan pada matriks relasi antar kriteria. Masukkan nilai pada bagian segitiga bawah sesuai dengan nilai pada langkah 4.
 - b. Jika nilai matriks relasi antar kriteria lebih dari 1, maka nilai TFN yang digunakan adalah nilai kriteria pada kelompok pertama. Jika nilai matriks relasi antar kriteria kurang dari 1, maka nilai TFN yang digunakan adalah nilai kriteria pada kelompok kedua.
 - c. Hitung jumlah dari masing- masing TFN yang dipakai dalam matriks relasi antar kriteria kemudian dari nilai tersebut, jumlahkan nilai pada masing- masing kolom kriteria.

- d. Lakukan perhitungan pada masing-masing nilai relasi pada masing- masing kolom, kemudian catat jumlah dari pembagian tersebut untuk setiap kolomnya.
 - e. Lakukan perhitungan derajat kemungkinan dengan rumus :

$$V(M2 \geq M1) =$$

Jika $M2 \geq M1 \rightarrow 1$
 Jika $M1 > M2 \rightarrow 0$
 Selain itu $\rightarrow (L1 - U2) / (M1-U2)-(M1-L1)$
 - f. Lakukan perhitungan pada masing-masing data dengan indeks baris dan kolom tidak sama.
 - g. Masukkan nilai awal derajat kemungkinan, M1 dan M2 sesuai rumus yang telah dijelaskan diatas tadi
 - h. Hitung nilai derajat kemungkinan menggunakan rumus yang telah dijelaskan sebelumnya.
 - i. Hitung nilai bobot dengan menggunakan nilai derajat kemungkinan minimal pada masing- masing kriteria
 - j. Lakukan normalisasi terhadap nilai bobot yang telah dihitung dengan cara membagi masing- masing nilai bobot dengan total semua bobot
8. Hitung nilai skor akhir dengan mengalikan data dengan masing- masing bobot antar kriteria.
 9. Tampilkan hasilnya di Matlab display screen.

Implementasi Program

Berikut adalah script dalam Matlab editor untuk mengimplementasikan algoritma tersebut. Script tersebut terdiri dari 3 bagian yaitu : 1 Main program, 1 Fungsi untuk menghitung Ratio Konsistensi, 1 Fungsi untuk menjalankan Fuzz-AHP. Dibawah ini adalah print screen dari hasil coding dalam Matlab Editor untuk algoritma diatas tersebut :

```

1
2 disp('Nama      , IPK      , Penghasilan Ortu , Tanggungan Ortu');
3 disp('Alan      , 3.65     , 1                  , 5');
4 disp('Iwan      , 3.54     , 4                  , 3');
5 disp('Heri      , 3.25     , 3                  , 2');
6 disp('Jun       , 3.05     , 6                  , 1');
7 disp('Siti      , 3.70     , 3                  , 4');
8 disp('Vika      , 3.20     , 2                  , 5');
9 disp('Boy       , 3.50     , 1                  , 4');
10 disp('Desy      , 3.80     , 2                  , 2');
11 disp('Dian      , 3.25     , 5                  , 1');
12 disp('Wati      , 3.65     , 3                  , 3');
13
14 disp(char(10));
15
16 NamaMhs = {'Alan' 'Iwan' 'Heri' 'Jun' 'Siti' 'Vika' 'Boy' 'Desy' 'Dian' 'Wati' };
17 data = [ 3.65 1 5
18          3.54 4 3
19          3.25 3 2
20          3.05 6 1
21          3.70 3 4
22          3.20 2 5
23          3.50 1 4
24          3.80 2 2
25          3.25 5 1
26          3.65 3 3];
27
28 %1. Tentukan batas maksimal untuk ketiga kriteria diatas
29 maksIPK = 4;
30 maksPO = 6;
31 maksTO = 5;
    
```

Gambar 1. Main Program

```

1 function [RasioKonsistensi] = HitungKonsistensiAHP(relasiAntarKriteria)
2 %a. Tentukan indeks konsistensi Acak yang digunakan
3 indeksAcak = [0 0.058 0.9 1.12 1.24 1.32 1.41 1.45 1.49];
4
5 %b. Hitung jumlah kriteria, yaitu sesuai dengan ukuran matriks relasi antar kriteria
6 [~, jumlahKriteria] = size(relasiAntarKriteria);
7
8 %c. Hitung nilai lambda, yaitu nilai eigenvalue dengan menggunakan fungsi eigenvector
9 [~, lambda] = eig(relasiAntarKriteria);
10
11 %d. Tentukan maksimal nilai lambda yang telah dihitung sebelumnya
12 maksLambda = max(max(lambda));
13
14 %e. Hitung nilai indeks konsistensi dengan rumus (maksLambda * n) / (n - 1)
15 IndeksKonsistensi = (maksLambda * jumlahKriteria) / (jumlahKriteria-1);
16
17 %f. Hitung rasio konsistensi untuk mendapatkan jawaban akhir
18 RasioKonsistensi = IndeksKonsistensi / indeksAcak(1, jumlahKriteria);
19
20 %g. Apabila nilai rasio konsistensi lebih dari 0,1, maka tampilkan pesan kesalahan
21 if RasioKonsistensi > 0.10
22     str = sprintf('Rasio Konsistensi adalah %s %1.2f. Matriks yang dievaluasi tidak konsisten!');
23     str = sprintf(str, RasioKonsistensi);
24     disp(str);
25 end
26
27 end
    
```

Gambar 2. Hitung Ratio Konsistensi

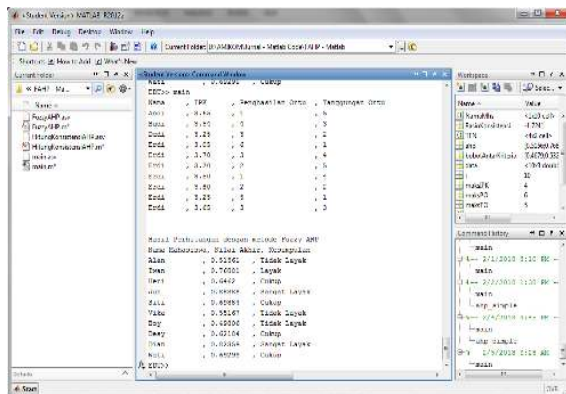
```

1 function [BobotAntarKriteria, relasiAntarKriteria] = FuzzyAHP(relasiAntarKriteria, TFN)
2 fuzzyRelasi=[];
3 [jumlahData, jumlahKriteria] = size(relasiAntarKriteria);
4
5 %a. Lakukan perhitungan pada matriks relasi antar kriteria
6 for i=1:jumlahData
7     for j=1:jumlahData
8         relasiAntarKriteria(j,i) = 1 / relasiAntarKriteria(i,j);
9     end
10 end
11
12 %b. Lakukan perhitungan pada matriks relasi antar kriteria
13 for i=1:jumlahData
14     for j=1:jumlahKriteria
15         kriteria = relasiAntarKriteria(i,j);
16         if kriteria >= 1
17             fuzzyRelasi(i,j) = TFN(kriteria, 1);
18         else
19             fuzzyRelasi(i,j) = TFN(round(kriteria*-1), 2);
20         end
21     end
22 end
23
24 %c. Hitung jumlah dari masing-masing TFN yang dipakai dalam matriks relasi antar kriteria
25 for i=1:jumlahData
26     barisRelasi = [fuzzyRelasi(i,:)]';
27     jumlahRelasiPerBaris(i,1) = sum(reshape(barisRelasi,3,[]));
28 end
29
30 RelasiPerData = [jumlahRelasiPerBaris(1,:)]';
31 jumlahRelasiPerKolom = sum(reshape(RelasiPerData,3,[]));
    
```

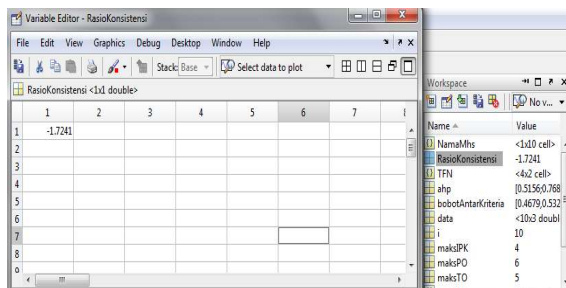
Gambar 3. Fuzzy – AHP

Hasil Implementasi Program Matlab

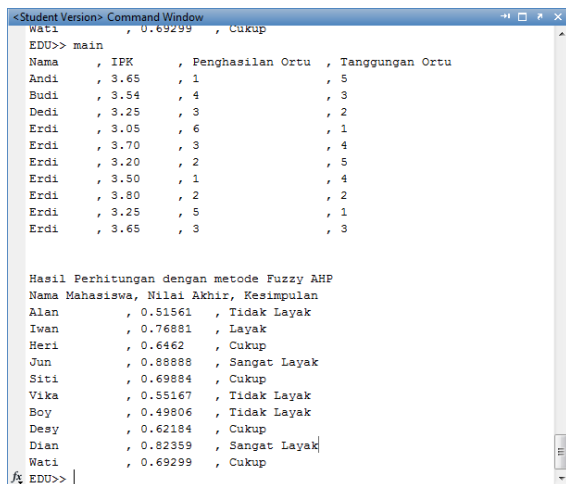
Dibawah ini adalah tampilan hasil print screen Matlab GUI berupa hasil akhir penilaian beasiswa dari data mahasiswa :



Gambar 4. GUI Matlab



Gambar 5. Ratio Konsistensi



Gambar 6. Hasil Akhir

4. Penutup

Kesimpulan

Dari hasil yang ditampilkan di Matlab screen bahwa program Matlab dapat dengan mudah dan akurat digunakan dalam metode Fuzzy – AHP. Berdasarkan hasil yang ditampilkan dapat dilihat nilai akhir dari data mahasiswa yang akurat karena Ratio Konsistensi < 0 (Ratio Konsistensi = -1.7241) dan juga berdasarkan cara

manual/pengamatan hasil tersebut sudah sesuai. Hasil penelitian dapat dikembangkan dengan melakukan analisa matematika dan statistika melalui simulasi dari nilai- nilai yang dihasilkan, berdasarkan algoritma dan script Matlab yang dibuat.

5. Referensi

Cengiz Kahraman, 2008, Fuzzy Multi-Criteria Decision Making, Springer, New York

Fauziah Mayasari Iskandar, Arief Andy Subroto dan Rekyan Regasari, 2013, Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Beasiswa PPA dan BBM Menggunakan Metode Fuzzy AHP, SMATIKA Jurnal Volume 03, Edisi 01, 2013

George J. Klir and Bo Yuan, 1995, Fuzzy Sets and Fuzzy Logic, Prentice Hall, New Jersey

Kusrini, M.Kom, 2007, Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan, ANDI, Yogyakarta

Norhikmah, Rumini dan Henderi, 2013, Metode Fuzzy AHP dan AHP Dalam Penerapan Sistem Pendukung Keputusan, Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia, STMIK AMIKOM Yogyakarta, 19 Januari 2013

Nurdin, 2015, Fuzzy Optimization Method in the Search and Determination of Scholarship Recipients System at the University, International Journal of Computer Applications Technology and Research, Volume 4 – Issue 7, 512 – 516, ISSN : 2319-8556, 2015

Saifulloh dan Kusrini, 2016, Sistem Pendukung Pengambilan Keputusan Penentuan Beasiswa Menggunakan Metode Fuzzy-AHP, Cogito Smart Journal/Vol.2/No.2/Desember 2016