

## SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN UANG KULIAH TUNGGAL MAHASISWA DENGAN METODE FUZZY C-MEANS

Miftaql Wulandariyaningsih<sup>1</sup>, Abrari Noor Hasmi<sup>2</sup>, Sigit Pancahayani<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Institut Teknologi Kalimantan, Jl. Soekarno Hatta KM 15, Balikpapan, Kalimantan, Indonesia

TimurEmail: [miftaqlwulandariyaningsih@gmail.com](mailto:miftaqlwulandariyaningsih@gmail.com)

### ABSTRACT

One of the things needed to support lectures at universities including the Kalimantan Institute of Technology (ITK) is the Single Tuition Fee (UKT). UKT is a fee charged to each student in the learning process and must be paid in full by students every semester. The determination of the UKT amount aims to provide convenience for predicting student tuition expenses which are determined by taking into account the economic capacity of each student whose determination should not burden students or the campus. Moving on from this problem, the Fuzzy C-Means method is used to group data that have similar characteristics into one cluster so that it is hoped that the results of determining UKT with Fuzzy C-Means can be in accordance with the economic conditions of each student. The Fuzzy C-Means method is very suitable for processing data with large dimensions. Based on the results of data analysis is divided into three versions. The data in each version are clustered into 8 UKT group clusters. From the overall calculation, the most accurate clustering results are obtained when compared to the actual ITK data results found in version 3 with an accuracy of 51.06%. Determination of UKT using the Fuzzy C-Means method can provide another alternative in determining UKT with a different method for ITK.

**Keywords:** Fuzzy C-Means, cluster, UKT

### ABSTRAK

Salah satu hal yang dibutuhkan untuk menunjang perkuliahan di Perguruan Tinggi termasuk Institut Teknologi Kalimantan (ITK) adalah Uang Kuliah Tunggal (UKT). UKT merupakan biaya yang dikenakan kepada setiap mahasiswa dalam proses pembelajaran dan wajib dibayarkan penuh oleh mahasiswa pada setiap semester. Penetapan besaran UKT bertujuan memberikan kemudahan untuk memprediksi pengeluaran biaya kuliah mahasiswa yang ditetapkan dengan beberapa pertimbangan kemampuan ekonomi setiap mahasiswa yang penetapannya seharusnya tidak memberatkan mahasiswa maupun pihak kampus. Beranjak dari permasalahan ini digunakan metode Fuzzy C-Means untuk mengelompokkan data yang memiliki kesamaan karakteristik menjadi satu kluster sehingga diharapkan hasil penentuan UKT dengan Fuzzy C-Means dapat sesuai dengan keadaan ekonomi setiap mahasiswa. Metode Fuzzy C-Means sangat cocok digunakan untuk mengolah data dengan dimensi yang besar. Berdasarkan hasil analisis data dibagi menjadi tiga versi. Data pada masing-masing versi diklusterisasi ke dalam 8 kluster golongan UKT. Dari keseluruhan perhitungan diperoleh hasil klusterisasi paling akurat jika dibandingkan dengan hasil data aktual ITK terdapat pada versi 3 dengan akurasi sebesar 51,06%. Penentuan UKT dengan menggunakan metode Fuzzy C-Means dapat memberikan alternatif lain pada penentuan UKT dengan metode yang berbeda untuk ITK.

**Kata kunci:** Fuzzy C-Means, kluster, UKT

Dikirim: 06 Desember 2021; Diterima: 12 Pebruari 2022 ; Dipublikasikan: 30 Maret 2022

Cara sitasi: Wulandariyaningsih, M., Hasmi, A. N., & Pancahayani, S. (2022). Sistem pendukung keputusan penentuan uang kuliah tunggal mahasiswa dengan metode fuzzy c-means. *Teorema: Teori dan Riset Matematika*, 7(1), 117-128.

DOI: <http://dx.doi.org/10.25157/teorema.v7i1.6701>

## PENDAHULUAN

Institut Teknologi Kalimantan (ITK) merupakan salah satu Perguruan Tinggi Nasional (PTN) di Kalimantan yang bergerak di bidang teknologi. ITK merupakan perguruan tinggi yang fokus dalam bidang teknologi untuk menunjang kebutuhan dunia industri melalui penelitian-penelitian serta pengembangan terkait sains dan teknologi industri. Untuk menunjang capaian tersebut tentunya sangat dibutuhkan peran dari mahasiswa di dalamnya. Segala hal yang dibutuhkan dalam menunjang proses perkuliahan mahasiswa perlu diatur agar perkuliahan berjalan dengan baik termasuk dalam hal menentukan Uang Kuliah Tunggal (UKT) mahasiswanya (Institut Teknologi Kalimantan, n.d.).

Uang Kuliah Tunggal atau yang disingkat dengan UKT menurut Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan (PERMENDIKBUD) Republik Indonesia Nomor 25 Tahun 2020 tentang Standar Satuan Biaya Operasional Pendidikan Tinggi (SSBOPT) Pada Perguruan Tinggi Negeri (PTN) di Lingkungan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Pasal 1 adalah biaya yang dikenakan kepada setiap mahasiswa untuk digunakan dalam proses pembelajaran. Besaran UKT ditetapkan oleh pimpinan PTN bagi mahasiswa program diploma dan program sarjana dari setiap jalur penerimaan mahasiswa. Besaran UKT bagi mahasiswa program diploma dan program sarjana terbagi dalam beberapa kelompok dan terdiri atas paling sedikit 2 (dua) kelompok yaitu kelompok I dengan besaran UKT paling tinggi Rp500.000,00 (lima ratus ribu rupiah) dan kelompok II dengan besaran UKT paling rendah Rp501.000,00 (lima ratus satu ribu rupiah) dan paling tinggi Rp1.000.000,00 (satu juta rupiah). Penetapan besaran UKT untuk setiap kelompok berlaku sama bagi mahasiswa pada setiap jalur penerimaan. Penetapan kelompok besaran UKT dilakukan dengan mempertimbangkan kemampuan ekonomi dari mahasiswa, orang tua mahasiswa atau pihak lain yang membiayai mahasiswa. Penetapan kemampuan ekonomi dilakukan berdasarkan pendapatan dan jumlah tanggungan keluarga dari mahasiswa, orang tua mahasiswa, atau pihak lain yang membiayai mahasiswa (Kemdikbud, 2020).

Penetapan besaran UKT bertujuan memberikan kemudahan untuk memprediksi pengeluaran biaya kuliah mahasiswa yang ditetapkan dengan pertimbangan kemampuan ekonomi dari setiap mahasiswa. Penetapan besaran UKT diharapkan sesuai dengan keadaan ekonomimahasiswa dan tidak memberatkan mahasiswa maupun pihak kampus, oleh karena itu diperlukan suatu sistem pendukung keputusan bagi ITK untuk menentukan besaran UKT yang akan dibebankan kepada mahasiswa. Sistem ini membutuhkan pengklasteran data yang dapat menghasilkan besaran UKT yang sesuai dengan kemampuan ekonomi mahasiswa.

Sistem pendukung keputusan dibangun untuk mendukung suatu penyelesaian masalah atau untuk suatu peluang. Pengaplikasian sistem pendukung keputusan digunakan dalam pengambilan keputusan atau solusi untuk suatu masalah. Sistem pendukung keputusan menghasilkan pengambilan keputusan yang terstruktur atau semi terstruktur serta menghasilkan beberapa keputusan yang saling berinteraksi. Tujuan dibuatnya suatu sistem pendukung keputusan yaitu untuk membantu dalam pengambilan keputusan atas masalah yang terstruktur, meningkatkan efektifitas keputusan yang diambil dan mengurangi waktu dan biaya sehingga lebih efisien karena menggunakan komputer dalam menjalankannya. Terdapat tiga tahap dalam pengambilan keputusan yaitu yang pertama adalah tahap identifikasi masalah/pencarian dan pengamatan suatu masalah (tahap *intelligence*), yang kedua adalah tahap perancangan tindakan terhadap suatu masalah (tahap *design*) dan yang ketiga adalah tahap pemilihan solusi yang mungkin dijalankan untuk menyelesaikan masalah (tahap *choice*) (Nofriansyah, 2014).

Untuk membentuk suatu sistem pendukung keputusan penentuan UKT diterapkan metode Fuzzy C-Means dalam menentukan besaran UKT. Fuzzy C-Means pertama kali dikemukakan oleh Dunn 1973 kemudian dikembangkan lagi oleh Bezdek 1981 (Muhammad, 2016). Fuzzy C-Means adalah metode *clustering* berdasarkan nilai keanggotaannya. Fungsi objektif dari metode Fuzzy C-Means berupa bentuk *Euclidian* untuk jarak antar vektor (Sutoyo & Sumpala, 2016). Fuzzy C-Means adalah suatu metode pengklasteran di mana setiap titik dalam suatu klaster ditentukan oleh derajat keanggotaannya. Setiap data dapat menjadi anggota dari beberapa klaster dengan batas tiap klaster

lunak (*soft*) (Wulandari & Setiawan, 2010). Metode Fuzzy C-Means memiliki kelebihan yaitu dapat digunakan untuk mengolah data yang besar dan memiliki algoritma dan rumus yang mudah dimengerti. Metode Fuzzy C-Means dapat memberikan alternatif lain bagi pihak kampus dalam membuat suatu sistem pendukung keputusan untuk menentukan UKT mahasiswa. Oleh karena itu dibuatlah penelitian ini dengan tujuan sebagai berikut:

1. Menentukan kriteria yang dibutuhkan dalam sistem pendukung keputusan penentuan uang kuliah tunggal mahasiswa di ITK.
2. Membuat sistem pendukung keputusan penentuan uang kuliah tunggal mahasiswa di ITK dengan metode Fuzzy C-Means.

Penelitian semacam ini juga telah dilakukan sebelumnya oleh Muhammad (2016), Yonarta & Susilaningrum (2016), Mustafidah & Atok (2016).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian terapan berbasis eksperimen dengan menerapkan metode Fuzzy C-Means dalam membuat suatu sistem pendukung keputusan penentuan UKT mahasiswa ITK angkatan 2020. Penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahap, yaitu tahap persiapan yang berupa studi pustaka dan pengumpulan data, proses seleksi data, proses klustering data, dan penarikan kesimpulan. Pada tahap studi pustaka dilakukan pengumpulan referensi-referensi untuk menjadi acuan dalam penelitian. Referensi yang digunakan berupa buku-buku, jurnal ilmiah dan Tugas Akhir maupun artikel-artikel dari internet yang berkaitan dengan metode Fuzzy C-Means. Tahap pengumpulan data dilakukan dengan data-data dan informasi-informasi terkait UKT di Institut Teknologi Kalimantan. Pengumpulan data dalam penelitian ini merupakan pengumpulan data sekunder di Institut Teknologi Kalimantan berupa data keadaan ekonomi dari setiap mahasiswa yang digambarkan dengan beberapa kriteria yaitu penghasilan orang tua dan wali mahasiswa selama 3 bulan terakhir, tanggungan anak, debit air, daya listrik, PBB, PKB Motor dan PKB Mobil yang selanjutnya digunakan sebagai variabel input dalam penelitian ini. Dalam penelitian ini data dibagi menjadi 3 versi dengan mempertimbangkan 3 kemungkinan yang terjadi pada data yang ada, hal ini dilakukan untuk melihat perbandingan antara versi satu dengan yang lainnya. Setelah itu dilakukan tahap seleksi data dengan melakukan beberapa hal yaitu menghapus data yang hilang/kosong, menyusun variabel yaitu mengabaikan variabel yang tidak dibutuhkan seperti debit air dan menghapus data outlier yang sangat ekstrim. Setelah data diseleksi dilanjutkan dengan tahap klusterisasi dengan metode Fuzzy C-Means. Tahap ini dilakukan dengan bantuan *google colab*. Adapun *library* yang digunakan dalam proses klusterisasi adalah sebagai berikut: *numpy*, *pandas*, *seaborn*, *fcmeans*, *sklearn* dan *itertools*. Berikut langkah-langkah klusterisasi dengan metode Fuzzy C-Means (Kusumadewi, Sri ; Purnomo, 2013):

1. Membuat matriks  $X$  dengan ukuran  $n \times m$  ( $n$  = banyaknya data dan  $m$  = banyaknya variabel).  
 $X_{ij}$  (elemen matriks) = data sampel ke- $i$  di mana  $i = 1,2,3, \dots, n$  dan variabel ke- $j$  di mana  $j = 1,2,3, \dots, m$ .
2. Menentukan nilai awal:
  - a. Banyaknya kluster yang akan dibentuk ( $c$ )
  - b. Pangkat pembobot ( $w$ )
  - c. Maksimum iterasi ( $MaxItr$ )
  - d. Error ( $\epsilon$ )
  - e. Fungsi objektif awal ( $P_0 = 0$ )
  - f. Iterasi awal ( $t = 1$ )
3. Membangkitkan matriks partisi awal yaitu  $U_{n \times c} = [\mu_{ik}]$  di mana  $\mu_{ik}$  merupakan bilangan random yang menyatakan derajat keanggotaan di mana  $\sum_{k=1}^c \mu_{ik} = 1$ ,  $i = 1,2,3, \dots, n$  dan  $k = 1,2,3, \dots, c$ .
4. Menghitung pusat *cluster* ( $V_{kj}$ ) di mana  $k = 1,2,3, \dots, c$  dan  $j = 1,2,3, \dots, m$ .

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n ((\mu_{ik})^w X_{ij})}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w} \quad (2.1)$$

5. Menghitung fungsi objektif pada iterasi ke- $t$  ( $P_t$ ), yang menggambarkan jumlah jarak data ke pusat kluster dengan rumus:

$$P_t = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c \left( \left[ \sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right] (\mu_{ik})^w \right) \quad (2.2)$$

6. Memperbarui matriks derajat keanggotaan baru

$$\mu_{ik} = \frac{\left[ \sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right]^{-\frac{1}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c \left[ \sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right]^{-\frac{1}{w-1}}} \quad (2.3)$$

7. Mengecek kondisi berhenti

- a. Jika ( $t = MaxItr$ ) atau  $|P_t - P_{t-1}| < \varepsilon$  maka berhenti
  - b. Jika tidak maka  $t = t + 1$ , ulangi langkah ke-4
8. Menentukan kluster data dengan mempertimbangkan nilai derajat keanggotaan tertinggi. Nilai derajat keanggotaan tertinggi menentukan di mana kluster dari data tersebut.

Setelah mendapatkan hasil klusterisasi, hasil label kluster yang dihasilkan belum sebanding nilainya dengan label golongan UKT ITK sehingga kluster yang dihasilkan oleh metode FCM dikonversi ke dalam golongan UKT ITK dengan meninjau semua kemungkinan pemetaan kluster dan dipilih konversi yang memiliki tingkat akurasi paling tinggi. Setelah semua label kluster dikonversi dapat ditarik kesimpulan dari perhitungan yang dilakukan.

Untuk mengevaluasi apakah suatu kluster yang terbentuk sudah baik atau tidak diperlukan validasi kluster dengan rumus sebagai berikut:

$$V_{PC} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^c \sum_{i=1}^n \mu_{ik}^2 \quad (2.4)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari 846 data keadaan ekonomi mahasiswa ITK angkatan 2020, kemudian dibentuk 3 versi data sebagai berikut:

1. Versi 1

Pada versi ini, penulis menggunakan data lengkap sebagaimana yang diperoleh dari ITK

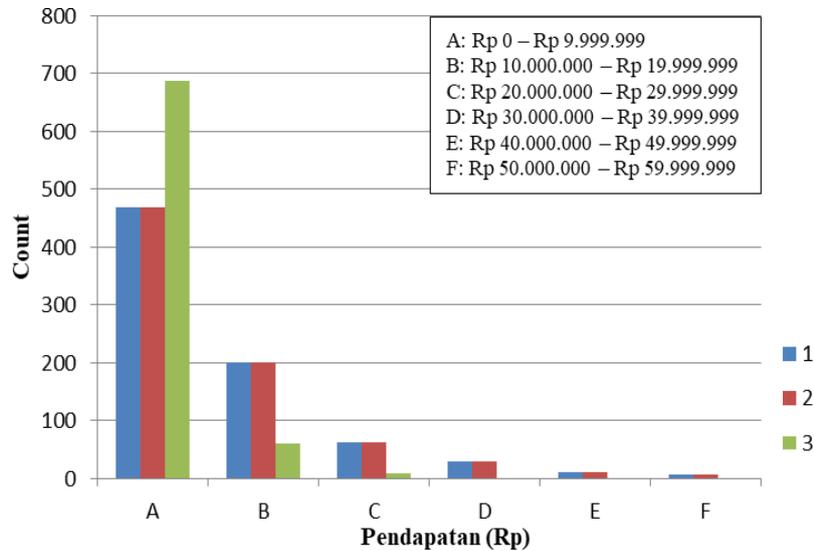
2. Versi 2

Pada versi ini, penulis menambahkan 1 orang pada tanggungan anak Perguruan Tinggi (PT) yang bernilai nol. Hal ini dilakukan karena terdapat beberapa data yang memiliki jumlah tanggungan 0 (nol) yang dapat berarti orang tua dari mahasiswa tersebut tidak menanggung siapapun. Penulis mengasumsikan bahwa paling tidak ada 1 (satu) orang anak yang ditanggung di perguruan tinggi.

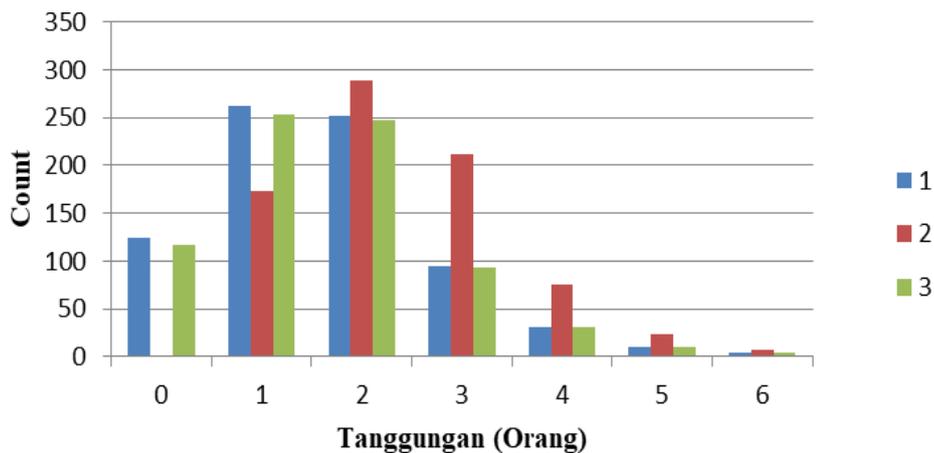
3. Versi 3

Pada versi ini, penulis hanya menggunakan beberapa variabel yaitu satu bulan terakhir dari gaji ayah, ibu dan wali, satu bulan terakhir dari debit air, satu PBB, dua PKB motor dan satu PKB mobil. Hal ini dilakukan karena terdapat beberapa data kosong dari variabel lain yang tidak diketahui penyebabnya.

Setelah dilakukan serangkaian proses pembagian versi dan seleksi data, diperoleh 3 versi data yang telah siap untuk digunakan untuk proses penentuan UKT. Untuk data versi 1 dan 2 diperoleh 779 data sedangkan pada versi 3 diperoleh 756 data. Untuk lebih mudahnya perbedaan ketiga versi data ini dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 1.** Grafik perbandingan data pendapatan versi 1, 2 dan 3



**Gambar 2.** Grafik perbandingan data tanggungan versi 1, 2 dan 3

Setelah mendapatkan data yang siap untuk digunakan dilakukan proses klusterisasi dengan metode FuzzyC-Means. Sebelum dilakukannya perhitungan, terdapat beberapa parameter sebagai nilai awal yang dibutuhkan untuk menjalankan klusterisasi. Berikut beberapa nilai awal yang ditentukan:

Banyaknya kluster yang akan dibentuk ( $c$ )	= 8
Pangkat pembobot ( $w$ )	= 2
Maksimum iterasi ( $MaxItr$ )	= 100
Error ( $\epsilon$ )	= $10^{-5}$
Fungsi objektif awal ( $P_0$ )	= 0
Iterasi awal ( $t$ )	= 1

Selanjutnya klusterisasi dimulai dengan membentuk matriks  $X$ . Dengan menggunakan data versi 1, didapatkan matriks  $X$  dengan dimensi  $779 \times 6$  sebagai berikut:

$$X = \begin{bmatrix} 16141389 & 1 & 1300 & 0 & 570600 & 0 \\ 3000000 & 1 & 900 & 0 & 687900 & 0 \\ 1500000 & 5 & 450 & 0 & 0 & 0 \\ 6000000 & 0 & 900 & 10000 & 227500 & 0 \\ 3000000 & 0 & 1300 & 0 & 131300 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & 0 & 0 \\ 5500000 & 2 & 900 & 0 & 174870 & 0 \end{bmatrix}$$

Langkah kedua yaitu membangkitkan matriks partisi awal (matriks  $U$ ). Matriks ini beranggotakan bilangan random dari 0 (nol) sampai dengan 1 (satu) yang menggambarkan derajat keanggotaan setiap data pada setiap kluster. Berikut merupakan contoh matriks  $U$  yang telah dibangkitkan dengan dimensi  $779 \times 8$ .

$$U = \begin{bmatrix} 0,11 & 0,28 & 0,12 & 0,16 & 0,12 & 0,02 & 0,05 & 0,14 \\ 0,11 & 0,12 & 0,07 & 0,14 & 0,15 & 0,13 & 0,11 & 0,17 \\ 0,18 & 0,12 & 0,09 & 0,15 & 0,11 & 0,25 & 0,09 & 0,01 \\ 0,08 & 0,12 & 0,38 & 0,02 & 0,05 & 0,15 & 0,15 & 0,05 \\ 0,43 & 0,09 & 0,07 & 0,01 & 0,19 & 0,04 & 0,11 & 0,06 \\ \dots & \dots \\ 0,12 & 0,11 & 0,14 & 0,11 & 0,12 & 0,13 & 0,16 & 0,11 \end{bmatrix}$$

Langkah ketiga yaitu menghitung pusat kluster ( $V_{kj}$ ) menggunakan rumus pada persamaan (2.1). Berikut contoh perhitungan pusat kluster untuk  $j = 1$  dan  $k = 1$ .

$$\begin{aligned} V_{11} &= \frac{\sum_{i=1}^{779} ((\mu_{i1})^2 x_{i1})}{\sum_{i=1}^{779} (\mu_{i1})^2} \\ &= \frac{((\mu_{11})^2 x_{11}) + ((\mu_{21})^2 x_{21}) + ((\mu_{31})^2 x_{31}) + \dots + ((\mu_{7791})^2 x_{7791})}{(\mu_{11})^2 + (\mu_{21})^2 + (\mu_{31})^2 + \dots + (\mu_{7791})^2} \\ &= \frac{271360556,3}{24,7106} \\ &= 10981544,61 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama dilakukan sampai  $j = 6$  dan  $k = 8$ , sehingga diperoleh pusat kluster sebagai berikut:

$$V = \begin{bmatrix} 10981544,61 & 1,609 & 1122,015 & 62755,87 & 321217,19 & 279609,46 \\ 11334841,49 & 1,64 & 1140,052 & 68232,49 & 310696,58 & 296549,62 \\ 10099512,87 & 1,594 & 1087,983 & 76192,36 & 306563,14 & 276159,45 \\ 10842669,65 & 1,629 & 1122,71 & 68620,91 & 314936,27 & 302566,91 \\ 11833522,86 & 1,56 & 1149,36 & 72565,85 & 329089,19 & 341791,93 \\ 11120253,01 & 1,586 & 1118,52 & 75046,29 & 322354,87 & 335137,81 \\ 11272131,52 & 1,576 & 1125,8 & 80771,94 & 315709,54 & 337516,99 \\ 111021377,21 & 1,604 & 1114,41 & 71132,98 & 312883,73 & 297883,47 \end{bmatrix}$$

Langkah keempat yaitu menghitung fungsi objektif iterasi ke- $t$ , pada hal ini dicontohkan fungsi objektif pada iterasi pertama dengan persamaan (2.2).

$$\begin{aligned} P_1 &= \{[(x_{i1} - V_{11})^2 + \dots + (x_{i6} - V_{16})^2](\mu_{i1})^w\} + \dots \\ &\quad + \{[(x_{i1} - V_{81})^2 + \dots + (x_{i6} - V_{86})^2](\mu_{i1})^w\} + \dots \\ &\quad + \{[(x_{7791} - V_{11})^2 + \dots + (x_{7796} - V_{16})^2](\mu_{7791})^w\} + \dots \\ &\quad + \{[(x_{7791} - V_{81})^2 + \dots + (x_{7796} - V_{86})^2](\mu_{7791})^w\} \\ &= 1,14836 \times 10^{16} \end{aligned}$$

Selanjutnya langkah kelima yaitu memperbarui derajat keanggotaan (matriks  $U$ ) dengan persamaan (2.3). Berikut contoh perhitungan untuk data pertama ( $i = 1$ ) dan  $k = 1$ .

$$\mu_{ik} = \frac{[(x_{1,1} - V_{1,1})^2 + \dots + (x_{1,6} - V_{1,6})^2]^{-\frac{1}{w-1}}}{\sum_{k=1}^8 [(x_{1,1} - V_{1,1})^2 + \dots + (x_{1,6} - V_{1,6})^2]^{-\frac{1}{w-1}}} = \frac{3,15553 \times 10^{-13}}{3,73576 \times 10^{-14}} = 0,1183$$

Dengan cara yang sama perhitungan dilakukan sampai  $k = 8$ , sehingga didapatkan hasil matriks  $U$  yang baru sebagai berikut:

$$X = \begin{bmatrix} 0,118 & 0,136 & 0,086 & 0,112 & 0,169 & 0,125 & 0,133 & 0,12 \\ 0,126 & 0,116 & 0,159 & 0,13 & 0,103 & 0,122 & 0,117 & 0,125 \\ 0,126 & 0,117 & 0,153 & 0,13 & 0,106 & 0,123 & 0,112 & 0,125 \\ 0,126 & 0,109 & 0,185 & 0,133 & 0,092 & 0,119 & 0,112 & 0,124 \\ 0,126 & 0,116 & 0,16 & 0,131 & 0,103 & 0,122 & 0,118 & 0,125 \\ \dots & \dots \\ 0,126 & 0,111 & 0,179 & 0,133 & 0,09 & 0,119 & 0,114 & 0,124 \end{bmatrix}$$

Langkah terakhir yaitu mengecek kondisi berhenti, iterasi akan berhenti jika memenuhi paling tidak 1 dari 2 kondisi pemberhentian yaitu ( $t > MaxIter$ ) atau  $|P_t - P_{t-1}| < \varepsilon$ . Dalam kondisi ini  $t = 1 < 100$  dan  $|P_t - P_{t-1}| = |P_1 - P_0| = |1,14836 \times 10^{16} - 0| = 1,14836 \times 10^{16} > 10^{-5}$  yang artinya tidak memenuhi kedua kondisi pemberhentian, sehingga iterasi harus dilanjutkan dengan  $t = t + 1$  dan mengulangi langkah ke-4 yaitu menghitung kembali pusat kluster.

Perhitungan manual tidak disarankan untuk dilakukan karena data dan iterasi yang dilakukan terlalu banyak, sehingga untuk lebih mempermudah perhitungan klusterisasi UKT dengan metode Fuzzy C-Means dilakukan dengan bantuan *google colab*. Melanjutkan perhitungan dengan nilai awal yang sama seperti yang disebutkan sebelumnya, maka didapatkan hasil klusterisasi UKT metode FCM dengan menggunakan *google colab* pada data versi 1 sebagai berikut:

**Tabel 1.** Hasil klusterisasi data versi 1

No.	Total Gaji	Total Tanggungan	Daya Listrik	PBB	PKB Motor	PKB Mobil	Kluster
1	16141389	1	1300	0	570600	0	6
2	3000000	1	900	0	687900	0	2
3	1500000	5	450	0	0	0	2
4	6000000	0	900	10000	227500	0	4
5	3000000	0	1300	0	131300	0	2
...	...	...	...	...	...	...	...
779	5500000	2	900	0	174870	0	4

Dari hasil kluster pada tabel 1, kluster-kluster yang telah dibentuk dibandingkan dengan kluster UKT ITK. Kluster 0,1,2,3,4,5,6 dan 7 pada hasil perhitungan dikonversi menjadi golongan UKT 1,2,3,4,5,6,7 dan 8 dengan mempertimbangkan kesamaan hasil terhadap data dari ITK. Konversi yang paling akurat akan dijadikan acuan untuk mengonversi kluster yang ada. Untuk data versi 1 didapatkan hasil konversi terbaiknya adalah sebagai berikut:

**Tabel 2.** Konversi terbaik data versi 1

Kluster	Golongan UK
0	6
1	7
2	2
3	3

4	1
5	5
6	4
7	8

Berdasarkan tabel 2 data yang berada di kluster 0 akan dikonversikan menjadi golongan UKT ke-1, data yang berada di kluster 1 akan dikonversikan menjadi golongan UKT ke-6 dan begitu seterusnya sampai dengan kluster 7. Adapun hasil akhir dari penentuan UKT dari data versi 1 adalah sebagai berikut:

**Tabel 3.** Hasil penentuan ukt data versi 1

No.	Total Gaji	Total Tanggungan	Daya Listrik	PBB	PKB Motor	PKB Mobil	UKT (FCM)
1	16141389	1	1300	0	570600	0	4
2	3000000	1	900	0	687900	0	2
3	1500000	5	450	0	0	0	2
4	6000000	0	900	10000	227500	0	1
5	3000000	0	1300	0	131300	0	2
...	...	...	...	...	...	...	...
779	5500000	2	900	0	174870	0	1

Jika hasil perhitungan UKT dengan FCM dibandingkan dengan data nyata yang diperoleh dari ITK didapatkan hasil tabel pivot sebagai berikut.

**Tabel 6.** Perbandingan hasil perhitungan dengan golongan ukt itk menggunakan data versi 1

UKT_FCM	GOLONGAN_UKT								Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	3	77	97	17	3				197
2	29	120	16	1	1				167
3	1	21	98	41	1		1		163
4		2	28	51	14	12	4	5	116
5						1	6	9	16
6			1	25	4	9	19	3	61
7						4	14	10	28
8				3	1	4	11	12	31
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>220</b>	<b>240</b>	<b>138</b>	<b>24</b>	<b>30</b>	<b>55</b>	<b>39</b>	<b>779</b>

**Tabel 7.** Perbandingan hasil perhitungan dengan golongan ukt itk menggunakan data versi 2

UKT_FCM	GOLONGAN_UKT								Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	3	77	97	17	3				197
2	29	120	16	1	1				167
3	1	21	98	41	1		1		163
4		2	28	51	14	12	4	5	116
5						1	6	9	16

6			1	25	4	9	19	3	61
7						4	14	10	28
8				3	1	4	11	12	31
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>220</b>	<b>240</b>	<b>138</b>	<b>24</b>	<b>30</b>	<b>55</b>	<b>39</b>	<b>779</b>

**Tabel 8.** Perbandingan hasil perhitungan dengan golongan ukt itk menggunakan data versi 3

UKT_FCM	GOLONGAN_UKT								Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1								7	7
2	29	148	26	2	3	1			209
3	1	48	127	22	1				199
4			10	55	10	6	2	3	86
5		9	71	48	8	2	2	2	142
6				8	4	14	24	3	53
7				1		6	20	10	37
8							9	14	23
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>205</b>	<b>234</b>	<b>136</b>	<b>26</b>	<b>29</b>	<b>57</b>	<b>39</b>	<b>756</b>

Dari tabel 6 dapat dilihat pemetaan hasil perhitungan dengan Fuzzy C-Means dengan data UKT ITK yang sesuai. Kesesuaian tersebut ditunjukkan pada bagian diagonal. Terlihat bahwaterdapat 3 data yang sesuai pada golongan 1, 120 data pada golongan 2, dan seterusnya hingga 12 data pada golongan 8. Dengan demikian, kesesuaian perhitungan mencapai 307 data atau sebesar  $(\frac{299}{770})$  100% = 39,41%. Dengan cara yang sama dilakukan terhadap ketiga versi data dengan hasil sebagai berikut:

**Tabel 9.** Nilai akurasi dari perhitungan klusterisasi dengan Fuzzy C-Means untuk data versi 1, 2 dan 3

Data	Akurasi
Versi 1	39,41%
Versi 2	39,41%
Versi 3	51,06%

Berdasarkan tabel 9 didapatkan tingkat akurasi tertinggi yaitu pada versi 3, hal ini dikarenakan pada data versi 3 hanya menggunakan variabel pada bulan ke-1 saja sehingga datanya lebih lengkap (tidak banyak kosong) dibandingkan dengan versi 1 dan 2.

Berikut pusat klaster dari data versi terbaik

**Tabel 10.** Pusat klaster data versi terbaik

UKT (FCM)	Total Gaji (Rp)	Total Tanggungan (Orang)	Daya Listrik (Watt)	PBB (Rp)	PKB Motor (Rp)	PKB Mobil (Rp)
1	23.865.506	3	1.909	87.950	246.167	2.377.674
2	1.198.036	2	925	44.931	175.373	31.005
3	2.843.041	1	1.070	55.743	221.108	53.859
4	6.317.010	2	1.153	74.471	222.292	195.732
5	4.427.157	2	1.180	82.306	221.190	121.100

6	8.607.696	2	1.331	111.682	240.749	211.662
7	11.815.748	2	1.238	75.762	200.471	573.678
8	16.335.995	2	1.416	80.263	298.053	1.114.739

Berdasarkan tabel 10 dapat diperoleh informasi bahwa dari data keadaan ekonomi mahasiswa ITK angkatan 2020 versi 3, golongan UKT 1 berisi mahasiswa dengan pendapatan rata-rata orang tua dan wali sebesar Rp 23.865.506; memiliki tanggungan anak sekitar 3 orang; memiliki daya listrik sekitar 1.909 watt; membayar PBB sekitar Rp 87.950; membayar PKB motor sekitar Rp 246.167; dan membayar PKB mobil sekitar Rp 2.377.674. Namun hal ini sepertinya perlu diperhatikan karena sangat tidak sesuai dengan keadaan yang seharusnya. Hal ini dibuktikan pada tabel 8 di mana semua mahasiswa golongan ke-1 pada perhitungan FCM sebenarnya berada pada golongan ke-8 pada perhitungan UKT ITK.

Hal lain yang perlu diperhatikan adalah mengenai golongan UKT ITK 1 dan 2. Setelah dilakukan klusterisasi dengan FCM ternyata golongan 1 dan 2 pada UKT ITK dapat menjadi satu kluster yang sama karena memiliki karakteristik yang sama dari sudut pandang FCM. Pernyataan ini didukung dengan tabel 8 baris ke-2 sebagai berikut:

**Tabel 10.** Potongan dari tabel 8

UKT_FCM	GOLONGAN_UKT								Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1								7	7
2	29	148	26	2	3	1			209

Pada baris yang ditandai terlihat bahwa sebenarnya golongan 1 pada UKT ITK seluruhnya dipandang sebagai golongan 2 pada UKT FCM. Sehingga klusterisasi data versi 3 ini dapat memberikan solusi untuk hanya membentuk 7 kluster (golongan) UKT.

Dari hasil ini dapat dikatakan bahwa penentuan UKT dengan menggunakan metode Fuzzy C-Means memberikan hasil yang berbeda dengan perhitungan UKT di ITK yang dapat memberikan alternatif penentuan UKT dengan metode yang berbeda. Hasil dari penelitian ini dapat menjadi alternatif lain dalam sistem pendukung keputusan penentuan UKT di ITK.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kriteria yang dibutuhkan dalam sistem pendukung keputusan uang kuliah tunggal mahasiswa di ITK yaitu berdasarkan keadaan ekonomi dari setiap mahasiswa yang digambarkan dengan pendapatan orang tua (Ayah dan Ibu) atau wali mahasiswa, tanggungan anak, pengeluaran berupa PBB, daya listrik, PKB motor dan mobil.
2. Sistem pendukung keputusan penentuan uang kuliah tunggal mahasiswa di ITK dilakukan dengan menggunakan metode Fuzzy C-Means. Data yang tersedia diklusterkan ke dalam 8 kluster golongan UKT. Kemudian setiap kluster dikonversikan ke dalam golongan UKT di ITK dan diambil konversi pemetaan yang paling akurat. Dari perbandingan perhitungan dengan data aktual pada hasil dan pembahasan diperoleh bahwa data versi 3 memiliki akursi paling tinggi yaitu sebesar 51,06%. Penentuan UKT dengan menggunakan metode Fuzzy C-Means dapat memberikan alternatif penentuan UKT dengan metode yang berbeda untuk ITK.

## REKOMENDASI

Berdasarkan hasil dari penelitian ini, berikut beberapa rekomendasi yang diberikan:

1. Direkomendasikan untuk penelitian lebih lanjut terkait aspek lainnya yang dapat menjadi kriteria

dalam penentuan uang kuliah tunggal mahasiswa di ITK.

2. Direkomendasikan untuk penelitian lebih lanjut mengenai jumlah kluster yang optimal untuk digunakan dalam proses klusterisasi.
3. Direkomendasikan pada penelitian selanjutnya untuk membuat aplikasi agar dapat lebih mudah mengakses hasil klusterisasi.
4. Direkomendasikan pada peneliti selanjutnya agar menggunakan data yang lengkap (tidak banyak kosong) yang diharapkan nantinya akan mendapatkan hasil yang lebih akurat.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Institut Teknologi Kalimantan (ITK) yang telah mendukung terhadap pelaksanaan penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

*Institut Teknologi Kalimantan*. (n.d.). Retrieved January 25, 2021, <https://itk.ac.id/>

Kemdikbud. (2020). *Standar Satuan Biaya Operasional Pendidikan Tinggi Pada Perguruan Tinggi Negeri di Lingkungan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan*. 4,6.

Kusumadewi, S., & Purnomo, H. (2013). *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan* (Edisi 2). Yogyakarta: Graha Ilmu.

Muhammad, F. (2016). Pengembangan Sistem Penentuan Uang Kuliah Tunggal Dengan Metode Fuzzy C-Means. *Skripsi*.

Mustafidah, R., & Atok, R. M. A.-A. T.-1406-1-10-20130710. pd. (2017).

Nofriansyah, D. (2014). *Konsep Data Mining Vs Sistem Pendukung Keputusan* (1st ed.). Deepublish.

*Pengelompokan Kabupaten/Kota Di Provinsi Jawa Tengah Berdasarkan Indikator Kemiskinan Dengan C-Means Dan Fuzzy C-Means Clustering*.

Sutoyo, M. N., & Sumpala, A. T. (2016). Penerapan Fuzzy C-Means untuk Deteksi Dini Kemampuan Penalaran Matematis. *Scientific Journal of Informatics*, 2(2), 129. <https://doi.org/10.15294/sji.v2i2.5080>

Wulandari, F., & Setiawan, R. (2010). Clustering Karyawan Berdasarkan Kinerja Dengan Menggunakan Logika Fuzzy C-Mean. *Jurnal Penelitian Universitas Islam Negeri Syarif Kasim, Riau*, 1–7.

Yonarta, S. N. S., & Susilaningrum, D. (2016). Pengelompokan Kabupaten/Kota di Jawa Timur Berdasarkan Potensi Sektor PDRB Tahun 2014 Menggunakan Fuzzy C-Means Cluster. *Skripsi*.

