



## Penerapan *Fuzzy C-Means* untuk Deteksi Dini Kemampuan Penalaran Matematis

Muh. Nurtanzis Sutoyo<sup>1</sup>, Andi Tenri Sumpala<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Sistem Informasi, FTI, Universitas Sembilanbelas November Kolaka  
Email: <sup>1</sup>mr.iyes@yahoo.co.id, <sup>2</sup>foleta\_21@gmail.com

### Abstrak

Penalaran matematis (*mathematical reasoning*) merupakan suatu proses berpikir yang dilakukan dengan cara untuk menarik kesimpulan. Penerapan *data mining* dapat membantu menganalisa data yang diperoleh dari kondisi kemampuan penalaran matematis. Teknik *data mining* yang digunakan adalah dengan menggunakan teknik *clustering*. Salah satu metode *clustering* adalah algoritma *Fuzzy C-Means*. *Fuzzy C-Means* memiliki tingkat akurasi yang tinggi dan waktu komputasi yang cepat. Uji validitas hasil *clustering* untuk deteksi dini kemampuan penalaran matematis dengan menggunakan perhitungan *Partition Coefficient* (PC) diperoleh 0.840, ini berarti dapat dikatakan bahwa hasil *clustering* tergolong dalam kategori baik. Dari hasil perhitungan diperoleh 11 orang (25%) yang memiliki kemampuan penalaran matematis baik, sebanyak 25 orang (57%) memiliki kemampuan penalaran matematis cukup, dan sebanyak 8 (18%) orang memiliki kemampuan penalaran matematis yang kurang.

**Kata Kunci:** *Fuzzy C-Means*, Kemampuan Penalaran Matematis

### 1. PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan salah satu bentuk upaya sadar yang bertujuan untuk menyiapkan subyek pendidikan dalam menghadapi lingkungan yang terus mengalami perubahan, sehingga dari pendidikan tersebut diharapkan subyek didik mampu merespon masyarakat. Salah satu tujuan Pendidikan Tinggi adalah menghasilkannya lulusan yang menguasai cabang ilmu pengetahuan atau teknologi untuk memenuhi kepentingan nasional dan peningkatan daya saing bangsa [1].

Ilmu Komputer (*computer Science*), secara umum diartikan sebagai ilmu yang mempelajari baik tentang komputasi, perangkat keras (*hardware*) maupun perangkat lunak (*software*). Ilmu komputer mencakup beragam topik yang berkaitan dengan komputer, mulai dari analisa abstrak algoritma sampai subyek yang lebih konkret seperti bahasa pemrograman, perangkat lunak, termasuk perangkat keras. Sebagai suatu disiplin ilmu, Ilmu Komputer lebih menekankan pada pemrograman komputer, dan rekayasa perangkat lunak (*software*), sementara teknik komputer lebih cenderung berkaitan dengan hal-hal seperti perangkat keras komputer (*hardware*). Namun demikian, kedua istilah tersebut sering disalah-artikan oleh banyak orang [2].

Salah satu kemampuan yang dapat menjadi bekal dalam menguasai Ilmu Komputer adalah keahlian kemampuan dasar matematika. Secara garis besar, kemampuan dasar matematika dapat diklasifikasikan dalam lima standar kemampuan, yaitu: pemahaman matematika, pemecahan masalah matematika, penalaran matematika (*mathematical reasoning*), koneksi matematik (*mathematical connection*), dan komunikasi matematik (*mathematical communication*) [3].

Kemampuan penalaran (*reasoning*) merupakan salah satu komponen proses standar dalam *Principles and Standards for School Mathematics* selain kemampuan pemecahan masalah, representasi, komunikasi dan koneksi. Penalaran matematis (*mathematical reasoning*) merupakan suatu proses berpikir yang dilakukan dengan cara untuk menarik kesimpulan. Penalaran matematis penting untuk mengetahui dan mengerjakan matematika. Kemampuan untuk bernalar menjadikan siswa dapat memecahkan masalah dalam kehidupannya, di dalam dan di luar sekolah [4].

Penerapan *data mining* dapat membantu menganalisa data yang diperoleh dari kondisi kemampuan penalaran matematis. Teknik *data mining* yang digunakan adalah dengan menggunakan teknik *clustering*. Teknik *clustering* digunakan pada *data mining* untuk mengelompokkan objek-objek yang memiliki kemiripan dalam kelas yang sama [5]. Salah satu metode *clustering* adalah menggunakan metode *fuzzy clustering*, yaitu dengan algoritma *Fuzzy C-Means*. Dimana *Fuzzy C-Means* memiliki tingkat akurasi yang tinggi dan waktu komputasi yang cepat [6].

Dengan mengetahui kemampuan dasar mahasiswa dapat dijadikan masukan dalam pembagian ruangan (kelompok belajar) atau strategi pembelajaran yang akan digunakan. Aspek-aspek kemampuan penalaran adalah aljabar, geometri, aritmatika, dan statistik.

## 2. METODE

### 2.1. *Fuzzy C-Means*

*Fuzzy clustering* adalah bagian dari *pattern recognition* atau pengenalan pola. *Fuzzy clustering* memainkan peran yang paling penting dalam pencarian struktur dalam data. *Fuzzy clustering* adalah salah satu teknik untuk menentukan *cluster* optimal dalam suatu ruang vektor yang didasarkan pada bentuk normal *Euclidian* untuk jarak antar vektor. *Fuzzy clustering* adalah salah satu teknik untuk menentukan *cluster* optimal dalam suatu ruang vektor yang didasarkan pada bentuk normal *Euclidian* untuk jarak antar vektor. *Fuzzy C-Means* adalah suatu teknik pengclusteran data yang mana keberadaan tiap-tiap titik data dalam suatu *cluster* ditentukan oleh derajat keanggotaan [7].

Konsep dasar *Fuzzy C-Means*, pertama kali adalah menentukan pusat *cluster*, yang akan menandai lokasi rata-rata untuk tiap-tiap *cluster*. Pada kondisi awal, pusat *cluster* ini masih belum akurat. Tiap-tiap titik data memiliki derajat keanggotaan untuk tiap-tiap *cluster*. Adapun algoritma *Fuzzy C-Means* adalah sebagai berikut [8].

1. Input data yang akan dicluster  $X$ , berupa matriks berukuran  $n \times m$  ( $n$  = jumlah sampel data,  $m$  = atribut setiap data).  $X_{ij}$  = data sampel ke- $i$  ( $i=1,2,\dots,n$ ), atribut ke- $j$  ( $j=1,2,\dots,m$ ).
2. Tentukan:
  - a) Jumlah *cluster* =  $c$
  - b) Pangkat =  $w$
  - c) Maksimum iterasi =  $MaxIter$
  - d) *Error* terkecil yang diharapkan =  $\xi$
  - e) Fungsi obyektif,  $P_0 = 0$
  - f) Iterasi awal,  $t = 1$

- Bangkitkan bilangan random  $\mu_{ik}$ ,  $i=1,2,\dots,n$ ;  $k=1,2,\dots,c$ ; sebagai elemen-elemen matriks partisi awal U. Hitung jumlah setiap kolom:

$$Q_i = \sum_{k=1}^c \mu_{ik} \quad (1)$$

Dengan  $j=1,2,\dots,n$ . Hitung:

$$\mu_{ik} = \frac{\mu_{ik}}{Q_i} \quad (2)$$

- Hitung pusat *cluster* ke-k:  $V_{kj}$ , dengan  $k=1,2,\dots,c$ ; dan  $j=1,2,\dots,m$ .

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n \left( (\mu_{ik})^w * X_{ij} \right)}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w} \quad (3)$$

- Hitung fungsi obyektif pada iterasi ke-t,  $P_t$ :

$$P_t = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c \left( \left[ \sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right] (\mu_{ik})^w \right) \quad (4)$$

- Hitung perubahan matriks partisi:

$$\mu_{ik} = \frac{\left[ \sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right]^{-1}}{\sum_{k=1}^c \left[ \sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right]^{-1}} \quad (5)$$

dengan:  $i = 1,2,\dots,n$ ; dan  $k = 1,2,\dots,c$

- Cek kondisi berhenti:

- Jika:  $(|P_t - P_{t-1}| < \xi)$  atau  $(t > MaxIter)$  maka berhenti.
- Jika tidak:  $t = t+1$ , ulangi langkah ke-4.

## 2.2. Validitas Clustering

Sedangkan untuk menguji validitas hasil *clustering* dengan pendekatan *Fuzzy Clustering*, digunakan perhitungan koefisien partisi atau *Partition Coefficient* (PC). *Partition Coefficient* (PC) sebagai evaluasi data pada setiap *cluster*, dimana nilai *Partition Coefficient* (PC) hanya mengevaluasi nilai derajat keanggotaan dan tanpa memandang nilai data yang mengandung informasi [9]. Rumus yang digunakan untuk menghitung validitas *Partition Coefficient* (PC) adalah

$$PC = \sum_{k=1}^c \sum_{i=1}^n (u_{ik})^2 / n \quad (6)$$

dimana  $n$  merupakan jumlah data,  $c$  jumlah *cluster*, dan  $u_{ik}$  menyatakan nilai keanggotaan dari data ke- $k$  pada *cluster* ke- $i$ . Nilai hasil uji validitas dalam rentang [0,

1], nilai yang semakin besar (mendekati 1) mempunyai arti bahwa kualitas *cluster* yang didapat semakin baik.

### 2.3. Kemampuan Penalaran Matematis

Kemampuan merupakan kata benda dari kata mampu yang berarti kuasa (bisa, sanggup) melakukan sesuatu, sehingga kemampuan dapat diartikan kesanggupan. Sedangkan penalaran adalah sebagai secara garis besar terdapat 2 jenis penalaran yaitu penalaran deduktif yang disebut pula deduksi dan penalaran induktif yang disebut pula induksi. Penalaran memerlukan landasan logika. Penalaran dalam logika bukan suatu proses mengingat-ingat, menghafal ataupun mengkhayal. Tetapi merupakan rangkaian proses mencari keterangan lain sebelumnya [4].

Sehingga dapat disimpulkan bahwa penalaran matematika adalah proses berpikir untuk menentukan apakah sebuah argumen matematika benar atau salah dan juga dipakai untuk membangun suatu argumen matematika baru.

Setelah dilakukan penskoran berdasarkan indikator kemampuan penalaran matematis. Data yang didapat dari penskoran dikategorikan kedalam 3 (tiga) kategori, yaitu: baik, cukup, dan kurang. Dimana metode pengelompokkan menggunakan *Fuzzy C-Means*.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Diketahui nilai kemampuan penalaran matematis dari 44 orang mahasiswa seperti pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Nilai kemampuan penalaran matematis

No	Aritmatika	Statistika	No	Aritmatika	Statistika
1	60	67	23	74	81
2	67	74	24	91	98
3	74	81	25	58	65
4	67	74	26	23	30
5	92	99	27	86	93
6	74	81	28	67	74
7	93	97	29	85	92
8	45	52	30	93	94
9	64	71	31	69	76
10	85	92	32	47	54
11	69	76	33	63	70
12	58	65	34	55	62
13	63	70	35	74	81
14	64	71	36	23	30
15	39	46	37	98	87
16	63	70	38	33	40
17	60	67	39	60	67
18	69	76	40	73	80
19	74	81	41	33	40
20	83	90	42	83	90
21	60	67	43	69	76
22	95	98	44	41	48

Berdasarkan nilai kemampuan penalaran matematis di atas, dikelompokkan kedalam 3 *cluster* yaitu baik, cukup dan kurang. Parameter yang digunakan dalam proses peng-*cluster*-an dengan menggunakan algoritma *Fuzzy C-Means* adalah sebagai berikut:

- a) Jumlah *cluster* (c) = 3
- b) Pangkat (w) = 2
- c) Maksimum iterasi (MaxIter) = 100
- d) *Error* terkecil yang diharapkan ( $\xi$ ) =  $10^{-5}$

Berdasarkan hasil perhitungan iterasi-1 diperoleh nilai V (pusat *cluster*) pada iterasi ke-1 adalah sebagai berikut:

$$V = \begin{pmatrix} 67.13 & 73.43 \\ 65.77 & 72.29 \\ 64.64 & 70.87 \end{pmatrix}$$

Dengan fungsi obyektif pada iterasi-1 diperoleh.

$$P_1 = \sum_{i=1}^{44} \sum_{k=1}^3 \left( \left[ \sum_{j=1}^2 (X_{ij} - V_{kj})^2 \right] (\mu_{ik})^2 \right) = 12074.965$$

Langkah selanjutnya mengecek kondisi berhenti. Dimana diperoleh nilai  $P_1 - P_0 = 12074.965$ . Karena nilai  $P > \xi$  ( $10^{-5}$ ), maka lanjut ke iterasi-2. Demikian seterusnya hingga nilai  $P < \xi$  ( $10^{-5}$ ), dan pada kasus ini proses iterasi akan berhenti setelah iterasi ke-18. Sedangkan hasil rekapitulasi nilai fungsi obyektif (P) disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Rekapitulasi nilai fungsi obyektif

Iterasi	Nilai	Iterasi	Nilai
1	12074,97	10	2692,419
2	9405,146	11	2691,990
3	8711,984	12	2691,921
4	7426,375	13	2691,909
5	5874,307	14	2691,906
6	3893,597	15	2691,906
7	2882,579	16	2691,906
8	2717,416	17	2691,906
9	2695,404	18	2691,906

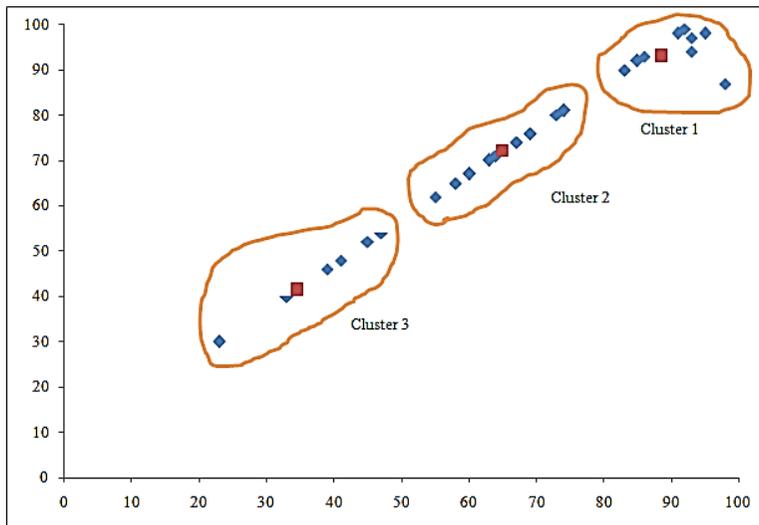
Dengan nilai pusat *cluster* yang terbentuk pada iterasi ke-18 adalah

$$V = \begin{pmatrix} 88.55 & 93.05 \\ 65.01 & 72.01 \\ 34.54 & 41.54 \end{pmatrix}$$

Dari hasil *clustering* dapat dilihat kecenderungan suatu data untuk masuk pada *cluster*, yaitu:

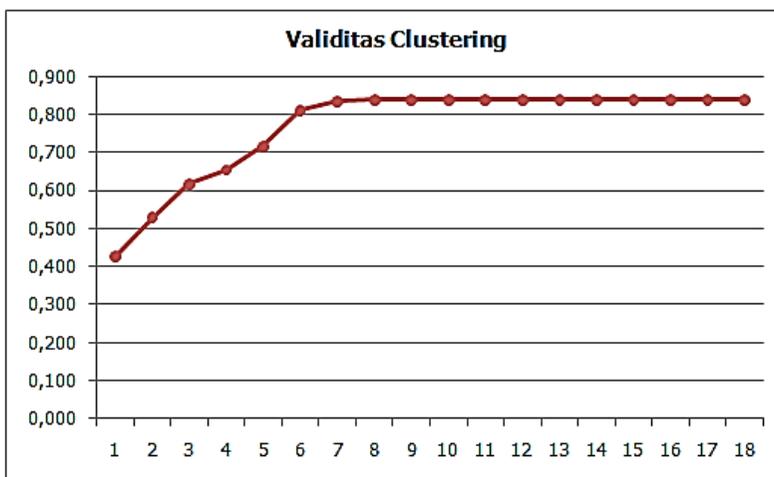
- a. C1 sebanyak 11 orang dapat diartikan kelompok yang memiliki kemampuan penalaran matematis yang baik dengan rata-rata nilai aritmatika 88.55 dan nilai statistika 93.05.
- b. C2 sebanyak 25 orang dapat diartikan kelompok yang memiliki kemampuan penalaran matematis yang cukup dengan rata-rata nilai aritmatika 65.01 dan nilai statistika 72.01.
- c. C3 sebanyak 8 orang dapat diartikan kelompok yang memiliki kemampuan penalaran matematis yang kurang dengan rata-rata nilai aritmatika 34.54 dan nilai statistika 41.54.

Untuk lebih jelas hasil *clustering* kemampuan penalaran matematis dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil *clustering*

Untuk menguji validitas hasil *clustering* sebagai evaluasi data pada setiap *cluster* dengan menggunakan perhitungan koefisien partisi atau *Partition Coefficient* (PC) diperoleh 0,840. Dari hasil perolehan nilai validitas (PC), ini berarti dapat dikatakan bahwa hasil *clustering* tergolong dalam kategori baik karena nilai uji validitas mendekati angka 1. Hasil lengkap uji validitas tiap iterasi *clustering* ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Uji validitas *clustering*

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa sebanyak 11 orang (25%) dapat diartikan kelompok siswa yang memiliki kemampuan penalaran matematis yang baik, sebanyak 25 orang (57%) dapat diartikan kelompok siswa yang memiliki kemampuan penalaran matematis yang cukup, dan sebanyak 8 (18%) orang dapat diartikan kelompok siswa yang memiliki kemampuan penalaran matematis yang kurang. Uji validitas hasil *clustering* sebagai evaluasi data pada setiap *cluster* dengan menggunakan perhitungan koefisien partisi atau *Partition Coefficient* (PC) diperoleh 0.840, ini berarti dapat dikatakan bahwa hasil *clustering* tergolong dalam kategori baik.

#### 5. REFERENSI

- [1] Undang-undang Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi, ayat (b).
- [2] <http://sulistyomb.staff.ipb.ac.id/2011/12/23/apa-itu-ilmu-komputer>, diakses 29 Agustus 2015.
- [3] Universitas Pendidikan Indonesia. 2008. *Rujukan Filsafat Teori dan Praksis Ilmu Pendidikan*. Bandung, UPI Press.
- [4] Anisah., Zulkardi., dan Darmawijoyo. 2015. *Pengembangan Soal Matematika Untuk Mengukur Kemampuan Penalaran Matematis Siswa* (<http://download.portalgaruda.org>, diakses tanggal 29 Agustus 2015).
- [5] Jain, A. K., Murthy, M. N. & Flynn, P. J. 1999. Data Clustering: A Review. *ACM Computing Surveys*, Vol. 31, No. 3.
- [6] Hammouda, K., Karaay, F. 2000. *A Comparative Study of Data Clustering Techniques*. University of Waterloo, Ontario, Canada.
- [7] Kusumadewi, S., Hartati, S., Harjoko, A., Wardoyo, R. 2006. *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (Fuzzy MADM)*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [8] Zimmermann. 2001. *Fuzzy Set Theory and Its Applications, Fourth Edition*. Kluwer Academic Publishers.
- [9] Bezdek, James. 1981. *Pattern Recognition With Fuzzy Objective Function Algorithms*. Plenum Press, New York.

