



CLUSTERING DATA KENAIKAN KELAS SISWA MADRASAH TSANAWIYAH (MTs) MENGGUNAKAN METODE *FUZZY C-MEANS* (STUDI KASUS MTs PLUS AL AMIN BANJAREJO)

Joko Nurkholis^{1*}, Kresna Oktafianto², Hamim Thohari³
Program Studi Matematika, FMIPA Universitas PGRI Ronggolawe^{1,2}, SMK Negeri 1 Tuban³
jokonurkholis@gmail.com¹, k_oktafianto@yahoo.com², hamimthohari216@gmail.com³

Abstrak–Kenaikan kelas merupakan kegiatan rutin tahunan sebuah sekolah baik jenjang Sekolah Dasar, Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama dan Sekolah Menengah Atas. Kegiatan ini menjadi masalah ketika kenaikan kelas akan dikelompokkan menjadi dua kelas. Proses memilih siswa untuk mengisi kelas dengan kategori unggul dan kelas biasa dengan melihat jumlah nilai kompetensi siswa. Penelitian ini digunakan untuk mengeksplorasi kompetensi siswa yang tersusun dalam raport ketika kenaikan kelas. Dengan algoritma *Fuzzy C-Means*, aneka ragam kompetensi calon siswa dapat dikelompokkan secara rinci sesuai dengan kompetensi yang siswa miliki. Hasil klusterisasi ini akan menjadi dasar untuk menempatkan calon siswa memasuki kelas unggul atau kelas biasa. Dengan membentuk komunitas kelas unggul dan kelas biasa, ada iklim baru pada strategi dan metode pembelajaran hasil yang diharapkan proses belajar nyaman, menyenangkan dan kompetitif. Evaluasi kluster dilakukan dengan kedekatan kompetensi siswa dalam sebuah kluster yang menunjukkan perbedaan kualitas antara kluster kelas unggul dan kelas biasa. Evaluasi cluster berdasarkan indek PCI (*Partition Coefficient*) = 0.7675966 (Kuat).

Kata Kunci – Data kenaikan kelas, *Fuzzy C-Means*, Kelas Unggul, MTs (Madrrasah Tsanawiyah)

I. PENDAHULUAN

Undang-Undang sistem Pendidikan Nasional Pasal 4 dan 5 [1], mengamanatkan bahwa warga negara yang memiliki potensi kecerdasan dan bakat istimewa berhak memperoleh pendidikan khusus. Pasal 12, 1b,

Sistem Pendidikan Nasional, Setiap peserta didik pada setiap satuan pendidikan berhak mendapatkan pelayanan pendidikan sesuai dengan bakat, minat dan kemampuannya. Mengelompokkan siswa kelas unggul akselerasi bertujuan untuk mengasah tiga ciri yang saling berpautan yang pertama mengasah kemampuan atau inteligensi yang kedua kreatifitas dan yang ketiga adalah tanggung jawab atau pengikatan diri terhadap tugas- tugas (*task Commitment*) diatas rata-rata. Peningkatan kompetensi juga dapat diperoleh dengan diantaranya dengan lingkungan belajar atau kelas yang kedua iklim belajar kelas dan Guru.

MTs Plus Al Amin Banjarejo termasuk dalam sekolah baru dengan siswa yang banyak. Kelas 7 di MTs Plus Al Amin Banjarejo berjumlah 41 siswa, dan selama ini dijadikan dalam satu kelas. Sehingga Kegiatan Belajar Mengajar di MTs Plus Al Amin Banjarejo ternyata kurang efektif, sehingga diperlukan pengelompokkan menjadi 2 kelas yaitu, kelas unggul dan kelas biasa.

[2] Menyatakan bahwa pengelompokkan siswa berdasarkan kemampuan kognitif dapat memberikan keuntungan yakni: meningkatkan prestasi siswa, memudahkan guru dalam mengajar di kelas, memudahkan guru untuk mengendalikan proses pemberian instruksi, dan memudahkan guru memberikan penguatan kepada siswa yang berprestasi tinggi dan berprestasi rendah, siswa yang

berprestasi rendah merasa lebih nyaman ketika berada bersama teman-teman yang memiliki kemampuan setara, siswa yang berprestasi tinggi juga dapat saling menjaga dan mendukung minat mereka, siswa bisa saling menghargai dan berpartisipasi dalam kerja kelompok antar siswa, membantu guru dalam menyesuaikan bahan dan metode pengajaran yang sesuai dengan kebutuhan dan tingkat siswa, pemanfaatan waktu, ruang dan bahan bagi siswa dapat menjadi lebih optimal, dan siswa dapat bekerja secara cepat atau lambat sesuai dengan tingkat kemampuan kelas mereka.

Idealnya dalam mengelompokkan pada data kenaikan kelas 7 di MTs Plus Al-Amin Banjarejo perlu menggali data untuk mengenali jati diri siswa. Dengan mengambil nilai kompetensi dari Raport, Ada peluang besar untuk mendapatkan data akurat sebagai bahan penentu posisi siswa untuk calon kelas unggul atau calon kelas biasa.

Pada penelitian ini menggunakan *clustering* karena data yang digunakan tidak memiliki kelas/label. *Clustering* adalah proses pengelompokan data ke dalam beberapa kelompok atau *cluster* sehingga objek dalam sebuah *cluster* memiliki kesamaan tinggi, tetapi sangat berbeda dengan objek di *cluster* lain [3]. *Clustering* bertujuan untuk mengelompokkan data tidak berlabel ke dalam beberapa kelompok berdasarkan karakteristik masing-masing [4]. Pengelompokan diperlukan karena untuk menemukan karakteristik atau pola dari data yang tidak berlabel. Ada banyak metode pengelompokkan, salah satunya yang paling dasar adalah *K-Means*. *K-Means* merupakan metode pengelompokkan yang paling sederhana dan sering digunakan. Metode ini mempunyai kelemahan yaitu menentukan sendiri jumlah *cluster* akhir serta hasil akhir dari *K-Means* sangat bergantung pada inisialisasi pusat data awal yang dipilih [5].

Metode *Fuzzy c-means* memiliki kelebihan dalam penempatan pusat kluster yang lebih tepat dibandingkan dengan metode kluster lainnya [6]. Sehingga dapat

mengatasi kelemahan dari metode K-means dengan memperbaiki pusat kluster secara berulang yang mengakibatkan pusat kluster akan bergerak menuju lokasi yang tepat [7]. Selain itu akurasi metode *Fuzzy c-means* ini lebih baik daripada metode K-means.

Penelitian lain menunjukkan algoritma *Fuzzy c-means* adalah algoritma terbaik dibandingkan dengan algoritma *Self-Organization Map (SOM) neural network*, *K-means* dan klustering hierarki [8].

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini akan mengelompokkan kelas menggunakan *Fuzzy C-Means* dimana hasil yang diharapkan pada penelitian ini dapat mengetahui siswa pada kelas unggul dan kelas biasa.

II. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Masukan

Data masukan berasal dari rekapitulasi nilai kenaikan kelas siswa kelas 7 sejumlah 41 siswa. Setiap siswa memiliki nilai sejumlah 17 mata pelajaran. Nilai Raport Mata Pelajaran Umum sejumlah 9 (sembilan) mata pelajaran, yaitu Bahasa Indonesia, Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam, Ilmu Pengetahuan Sosial, Bahasa Inggris, Pendidikan Pancasila dan Kewarganegaraan, Pendidikan Jasmani Olah Raga dan Kesehatan, Prakarya, dan Seni Budaya.

Tabel 1 : Contoh Rekap Akhir Nilai Raport Mapel Umum

NO. ABSEN	CONTOH REKAP NILAI AKHIR					
	NILAI MAPEL UMUM					
	B. IND	MTK	IPA	IPS	B. ING	PPKN
1	81.00	80.00	78.00	78.00	80.00	80.00
2	80.00	76.00	78.00	78.00	80.00	80.00
3	81.00	77.00	79.00	80.00	80.00	81.00
4	79.00	80.00	80.00	80.00	80.00	82.00
5	79.00	78.00	76.00	79.00	80.00	81.00
6	80.00	79.00	80.00	78.00	80.00	79.00
7	82.00	79.00	79.00	82.00	80.00	80.00
8	80.00	84.00	83.00	82.00	83.00	79.00
9	80.00	76.00	75.00	81.00	80.00	80.00
10	81.00	75.00	76.00	81.00	80.00	78.00

Sumber Wali Kelas 7 MTs Plus Al Amin Bacem, Kec. Banjarejo Kab. Blora.

Nilai Raport Mata Pelajaran Pendidikan Agama Islam (PAI) sejumlah 6 (enam) mata pelajaran yaitu Akidah Akhlaq, Fiqih, Qur'an Hadits, Sejarah Kebudayaan Islam, Bahasa Arab, dan Aswaja.

Tabel 2 : Contoh Rekap Akhir Nilai Raport Mapel PAI

NO. ABSEN	CONTOH REKAP NILAI AKHIR					
	NILAI MAPEL PAI					
	AA	FQH	QH	SKI	B.ARB	ASWJ
1	82.00	80.00	81.00	82.00	78.00	83.00
2	81.00	76.00	81.00	81.00	76.00	77.00
3	82.00	77.00	84.00	82.00	76.00	77.00
4	84.00	79.00	91.00	84.00	76.00	78.00
5	82.00	78.00	87.00	82.00	84.00	77.00
6	78.00	79.00	81.00	80.00	79.00	78.00
7	91.00	79.00	85.00	91.00	76.00	78.00
8	90.00	84.00	86.00	90.00	79.00	84.00
9	79.00	76.00	80.00	79.00	83.00	77.00
10	85.00	75.00	80.00	85.00	79.00	77.00

Sumber Wali Kelas 7 MTs Plus Al Amin Bacem, Kec. Banjarejo Kab. Blora.

Nilai Raport Mata Pelajaran Muatan Lokal (Mulok) sejumlah 2(dua) mata pelajaran yaitu Bahasa Jawa dan Pembiasaan. Nilai Raport Pembiasaan adalah Nilai hafalan surat dalam Al Qur'an yang ditentukan oleh Madrasah pada semester tertentu. Di semester genap kelas 7 adalah surat Ar Rahman.

Tabel 3 : Contoh Rekap Akhir Nilai Raport Mapel Muatan Lokal

NO. ABSEN	REKAP NILAI AKHIR	
	NILAI MAPEL MULOK	
	Bahasa Jawa	Pembiasaan
1	78.00	80.50
2	77.00	77.00
3	77.00	77.00
4	77.00	77.50
5	77.00	77.00
6	78.00	78.00
7	78.00	78.00
8	78.00	81.00
9	78.00	77.50
10	76.00	76.50

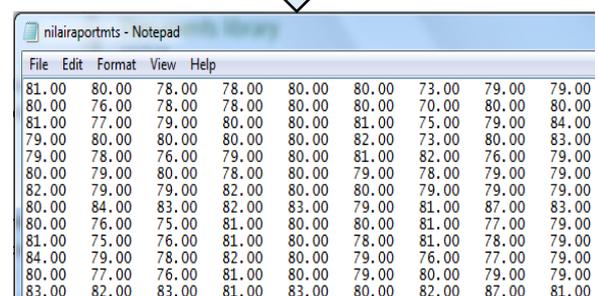
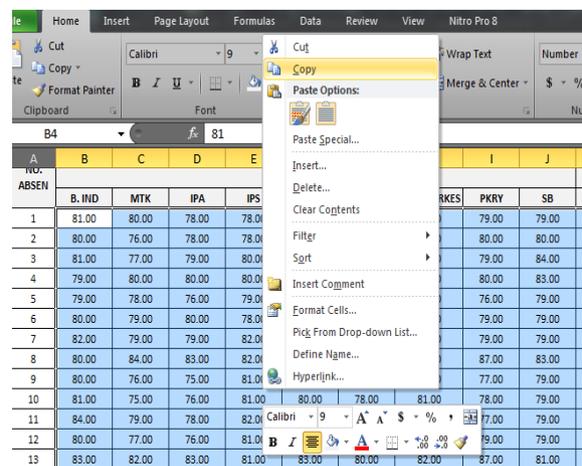
Sumber Wali Kelas 7 MTs Plus Al Amin Bacem, Kec. Banjarejo Kab. Blora.

B. Proses Pengolahan Data

Proses pengolahan data dilakukan setelah rekapitulasi nilai dari data kenaikan kelas 7 siswa MTs Al Amin Banjarejo melalui wali kelas. Kegiatan ini dilakukan dan menghasilkan rekap nilai dari data kenaikan kelas 7 sejumlah 41 siswa, dengan 17 item jenis penilaian. Nilai rekapitulasi dalam format *.xls selanjutnya di transformasi ke notepad dan dinormalisasi. Normalisasi diperlukan karena dalam Matlab untuk data format *.xls tidak dapat terbaca, Sehingga harus di ubah ke data *.dat dengan langkah-langkah berikut ini :

1. Copy semua nilai Raport dari dat *.xls
2. Buka notepad, kemudian klik Paste atau klik Ctrl+V
3. Setelah nilai tersalin ke notepad, klik menu file pada notepad lalu klik save as.
4. Simpan dengan nama nilairaportmts.dat, pilih untuk tipe semua file.
5. Selesai.

Dapat dilihat pada Gambar 1 bentuk data *.xls ke data *.dat dengan notepad.



Gambar 1 : Proses Normalisasi Data Masukan.

Dari gambar 1 adalah bentuk Normalisasi data dalam bentuk *.xls di copy paste ke Notepad, kemudian disimpan dengan nama nilairaportmts.dat.

C. Membangun FCM dengan MATLAB

Setelah data ternormalisasi, proses selanjutnya adalah memasukkan data nilai kedalam algoritma fuzzy c-means dengan MATLAB [9].

Sintaks : `[Center, U, objfcn]=fcm(X, jmlcluster, [option])`

Keterangan :

Center = Pusat cluster yang dihasilkan, tiap-tiap baris menunjukkan satu pusat cluster.

U = Matriks partisi yang berisi nilai keanggotaan terakhir yang dihasilkan.

ObjFcn = Nilai fungsi objektif selama iterasi.

x = Matriks data yang akan dicluster, tiap baris menunjukkan satu titik data.

Jumlah Cluster = Jumlah cluster yang diinginkan (lebih dari 1).

Option :

Option1 = Eksponen untuk matriks partisi U (default=2,0).

Option2 = Jumlah maksimum iterasi (default=100).

Option3 = Minimum faktor koreksi (default= 10^{-5}).

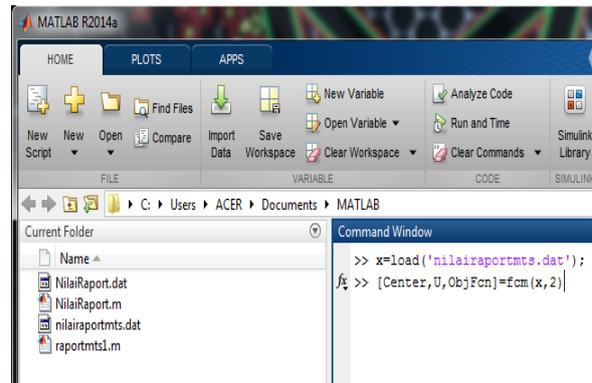
Option4 = Info display selama iterasi (default=1).

Option boleh tidak diisi.

Dengan data kenaikan kelas yang disimpan dalam file nilairaportmts.dat dan kita ingin mengcluster data-data tersebut menjadi 2 cluster dengan FCM, dapat dituliskan :

```
>> x=load('nilairaportmts.dat');
>> [Center,U,ObjFcn]=fcm(x,2)
```

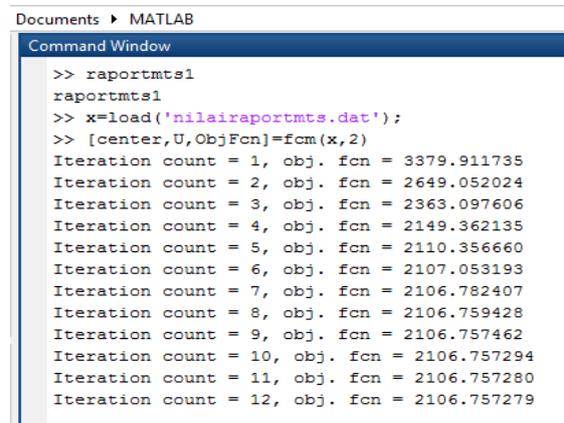
Dapat dilihat seperti pada gambar 2 dibawah ini :



Gambar 2 : Membangun FCM dengan MATLAB.

D. Hasil Klasterisasi Fuzzy C-Means

Data yang dihasilkan dari algoritma fuzzy c-means yang pertama adalah iterasi yaitu sebagai proses atau metode yang digunakan secara berulang-ulang (pengulangan) dalam menyelesaikan permasalahan matematik. Terlihat pada gambar 3 iterasi pada data kenaikan kelas 7 siswa MTs Plus Al Amin Banjarejo dengan nilai 12 kali.



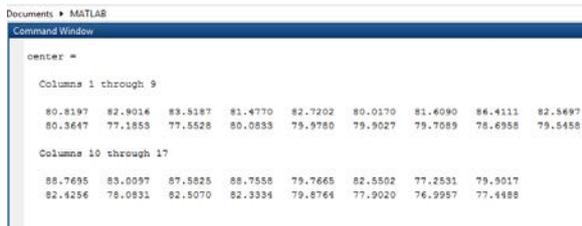
Gambar 3 : Iterasi data kenaikan kelas 7 MTs Plus Al Amin Banjarejo.

Jumlah iterasi pada kasus diatas berhenti pada iterasi ke-12 dengan nilai fungsi obyektif = 2106.75727. Jika diperhatikan, nilai Obj.fcn dari iterasi sebelumnya yaitu iterasi ke 11 nilai fungsi obyektif = 2106.75728 selisih nilai fungsi obyektif = 0,00001 sehingga iterasi dihentikan.

Center merupakan pusat cluster yang dihasilkan dimana tiap-tiap baris memiliki satu pusat cluster. Pada awalnya pusat cluster

ini akan berubah-ubah dan akan terus diperbaiki secara berulang menuju lokasi yang tepat. Perulangan akan berhenti jika nilai fungsi obyektif tidak berubah lagi.

Nilai center data kenaikan kelas 7 MTs Plus Al Amin Banjarejo pada gambar 4.4 berikut:



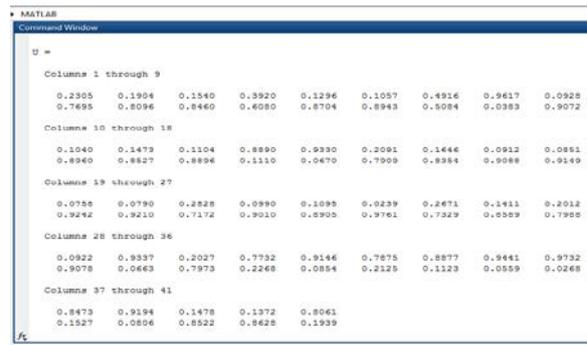
Gambar 4 : Nilai Center Data Kenaikan Kelas 7 MTs Plus Al Amin Banjarejo.

Pada matriks center diatas, baris merepresentasikan variabel yang digunakan dalam clustering yaitu Bahasa Indonesia, Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam, Ilmu Pengetahuan Sosial, Bahasa Inggris, Pendidikan Pancasila dan Kewarganegaraan, Pendidikan Jasmani Olah Raga dan Kesehatan, Prakarya, Seni Budaya, Akidah Akhlaq, Fiqih, Qur'an Hadits, Sejarah Kebudayaan Islam, Bahasa Arab, Aswaja, Bahasa Jawa, dan Pembiasaan. Sedangkan kolom menandakan cluster. Dalam bentuk tabel secara lengkapnya sebagai berikut:

Tabel 4 : Nilai Center pada Cluster

Variabel	B. IND	MTK	IPA	IPS	B. ING	PPKN
Cluster 1	80.8197	82.9016	83.5187	81.4770	82.7202	80.0170
Cluster 2	80.3647	77.1853	77.5528	80.0833	79.9780	79.7027

U merupakan matriks partisi yang berisi nilai derajat keanggotaan terakhir yang dihasilkan. Derajat keanggotaan ini akan digunakan untuk menentukan suatu data masuk cluster yang mana. Hasil dari matlab didapat pada gambar 5 berikut:



Gambar 5 : Nilai Derajat Keanggotaan Pada matriks U diatas baris menunjukkan data ke- dan kolom menunjukkan cluster. Jika dibuat tabelnya maka akan tampak sebagai berikut :

Tabel 5 : Contoh Nilai Derajat Keanggotaan

No. Absen	Derajat Keanggotaan	
	Cluster 1	Cluster 2
1	0.2305	0.7695
2	0.1904	0.8096
3	0.1540	0.8460
4	0.3920	0.6080
5	0.1296	0.8704
6	0.1057	0.8943
7	0.4916	0.5084
8	0.9617	0.0383
9	0.0928	0.9072
10	0.1040	0.8960

Nilai derajat keanggotaan data pada masing-masing cluster dapat digunakan untuk menentukan keanggotaan data pada cluster yaitu dengan melihat nilai derajat keanggotaan data, pada cluster mana yang nilai derajat keanggotaannya lebih besar. Hasil keanggotaan cluster dari 41 data diatas adalah sebagai berikut :

Tabel 6 : Hasil Keanggotaan Cluster

No. Absen	Cluster ke-
1	2
2	2
3	2
4	2
5	2
6	2
7	2
8	1
9	2
10	2
11	2
12	2
13	1
14	1

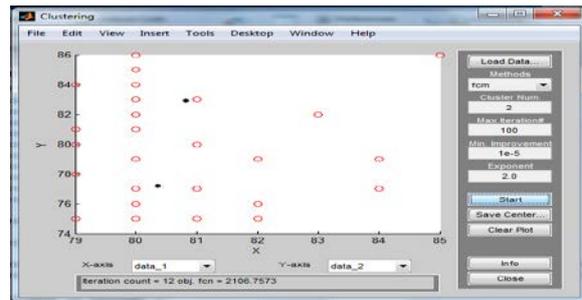
15	2
16	2
17	2
18	2
19	2
20	2
21	2
22	2
23	2
24	2
25	2
26	2
27	2
28	2
29	1
30	2
31	1
32	1
33	1
34	1
35	1
36	1
37	1
38	1
39	2
40	2
41	1

Dari tabel 6 bahwa untuk Cluster ke 2 adalah siswa kelas unggul dan Cluster ke 1 adalah siswa kelas biasa. Sehingga dapat diketahui untuk Siswa kelas unggul berjumlah 28 siswa yaitu siswa no. absen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 39 dan 40. Siswa kelas biasa berjumlah 13 siswa yaitu siswa no. absen 8, 13, 14, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, dan 41.

Selanjutnya, Cluster interface berguna sebagai antarmuka untuk melihat hasil peng-cluster-an suatu himpunan data dengan menggunakan 2 metode, yaitu: FCM dan Subtractive Clustering. Antarmuka ini dapat dipanggil dengan cara menuliskan findcluster pada command prompt.

```
>> findcluster
```

Maka pada layar akan muncul seperti Gambar 6



Gambar 6 : Cluster Interface

Pada cluster interface terlihat iterasi 12 nilai $fcn = 2106.75728$. iterasi ini merupakan nilai tertinggi dari dua kelompok nilai rendah dan nilai tinggi. Pada tahap selanjutnya setiap kompetensi siswa mengukur posisinya dengan centroid ini. Pada tahap selanjutnya posisi centroid ini menjadi dasar mengelompokkan siswa menjadi kandidat kelas unggul dan kelas biasa.

E. Validasi Cluster

Hasil clustering berkonsep fuzzy memiliki beberapa tipe validasi yaitu validasi dengan metrik PCI, PEI, MPCI, FSI, XBI, dan PCAESI. Dimana salah satunya adalah validasi PCI, PC (*Partition Coefficient*) adalah evaluasi yang menilai keanggotaan data pada setiap cluster. Nilai PC Index (PCI) hanya mengevaluasi nilai derajat keanggotaan, tanpa memandang nilai vector (data) yang biasanya mengandung informasi geometric (sebaran data). Nilainya dalam rentang 0 sampai dengan 1, nilai yang semakin besar (mendekati 1) mempunyai arti bahwa kualitas cluster yang didapat semakin baik. Dalam penelitian ini nilai PCI dengan perhitungan yang dapat dilihat pada persamaan berikut ini :

$$PCI = \frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^K u_{ij}^2 \right)$$

$$PCI = \frac{1}{41} \times 31.4714611 = 0.7675966$$

Dari hasil uji validitas, dapat diketahui kualitas *cluster* dengan menggunakan kriteria subjektif pengukuran *Silhouette Coefficient*. Ada beberapa kriteria subjektif untuk mengukur pengelompokan berdasarkan *Silhouette Coefficient* [10]:

Tabel 7 : Kriteria Subjektif Pengukuran Silhouette Coefficient

Nilai Silhouette Coefficient	Interprestasi Silhouette Coefficient
$\leq 0,25$	Sangat Buruk
0,26 - 0,50	Buruk
0,51 - 0,70	Baik
0,71 - 1,00	Kuat

Berdasarkan validasi PCI menggunakan data nilai raport kenaikan kelas 7 MTs Plus Al Amin Banjarejo pada tahun pelajaran 2021 yang berjumlah 41 siswa. Didapatkan hasil nilai PCI dengan 2 cluster sebesar 0.7675966, artinya kualitas cluster kuat.

F. Kinerja Fuzzy C-Means

Kenaikan kelas di dukung dengan system Clustering dengan metode Fuzzy C-Means (FCM) untuk menentukan kelompok kelas unggul dan kelas biasa dapat dilaksanakan dengan baik. Dari segi penanganan data lebih cepat dan kepercayaan wali murid dan siswa meningkat, dan menjadi sebuah tradisi baru untuk menggunakan berbagai sumber data, untuk menentukan posisi siswa pada saat kenaikan kelas.

Dengan parameter 17 item mata pelajaran, setiap siswa memiliki peluang menjadi kandidat kelas unggul dan menjadi kandidat kelas biasa. Keterpisahan antara kelas unggul dan kelas biasa ditentukan oleh jumlah derajat kedekatan dengan centroid pada masing-masing item mata pelajaran. Semakin banyak item nilai mata pelajaran yang mendekati centroid nilai tinggi, seorang siswa mempunyai peluang besar menjadi kandidat kelas unggul. Semakin banyak item nilai mata pelajaran yang mendekati centroid nilai rendah, maka seorang siswa mempunyai peluang besar menjadi kandidat kelas biasa.

Pada proses yang lebih lanjut terbuka peluang adanya penambahan item mata pelajaran atau item penilaian pada siswa, atau kompetensi lain yang belum tergalai,

dapat dimasukkan dalam metode penilaian sebagai fitur tambahan, yang memungkinkan proses kenaikan kelas semakin baik dari segi kualitas dan kuantitas.

III. KESIMPULAN

Sistem pengambilan keputusan berbasis data menggunakan metode Fuzzy c-means, berdasarkan kedekatan kompetensi siswa berhasil membuat dua kelompok siswa dengan kategori kelas unggul dengan jumlah 28 siswa yaitu siswa dengan no. absen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 39 dan 40. Dan untuk kelas biasa berjumlah 13 siswa yaitu siswa dengan no.absen 8, 13, 14, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, dan 41. Dari hasil klasterisasi dengan Fuzzy C-Means dapat diketahui dengan 2 cluster nilai PCI = 0.7675966, artinya kualitas cluster kuat.

REFERENSI

- [1] Departemen Pendidikan Nasional (2006), *Panduan Penyusunan Laporan Hasil Belajar Peserta Didik Sekolah Menengah Kejuruan (SMK)*, Direktorat Jendral Pendidikan Sekolah Menengah Kejuruan, Jakarta 2006.
- [2] Adodo, S.O & Agbaweya, J.O. (2011).Effect of homogenous and heterogeneous ability grouping class teaching on student's interest, attitude and achievement in integrated science. *International Journal of Psychology and Counselling*, 3(3), 48-54.
- [3] Han, J., Kamber, M., dan Pei, J. 2012. *Data Mining Concepts and Techniques Third Edition*. United States of America: Elsevier.
- [4] Mashfuufah, S., dan Istiawan, D. 2018. Penerapan Partition Entropy Index, Partition Coefficient Index dan Xie Beni Index untuk Penentuan Jumlah Klaster Optimal pada Algoritma Fuzzy C-Means dalam Pemetaan Tingkat Kesejahteraan Penduduk Jawa Tengah. *The 7th University Research Colloquium*, 51-60.
- [5] Yasid, A. 2014. Implementasi Automatic Clustering Menggunakan Differential Evolution dan CS Measure untuk Analisis Data Kemahasiswaan. *Jurnal Ilmiah NERO*, 1(2), 47-52.
- [6] Wijaya, A. K.. Implementasi Data Mining dengan Algoritma Fuzzy C - Means (Studi Kasus Penjualan di UD Subur Baru); 2014. p.1-8.

- [7] Megawati, N., Mukid, M. A., & Rahmawati, R. Segmentasi Pasar Pada Pusat Perbelanjaan Menggunakan Fuzzy C-Means (Studi Kasus : Rita Pasaraya Cilacap). *Gaussian*, 2. 2013.
- [8] Mingoti, S. A., & Lima, J. O. Comparing SOM Neural Network with Fuzzy C-Means, K-Means and Traditional Hierarchical Clustering Algorithms. *European Journal of Operational Research*, 174; 2006.
- [9] Prasetyo, E, (2014), *Data Mining Mengolah Data Menjadi Informasi Menggunakan MATLAB*, Edisi 1, Penerbit ANDI offset, Yogyakarta.
- [10] Fahriya, K., Yustanti, W. (2021), *Optimalisasi Jumlah Kluster Uang Kuliah Tunggal pada Data Sosial Ekonomi Mahasiswa*.