



JPPI Vol 7 No 2 (2017) 121-128

Jurnal Penelitian Pos dan Informatika

771/AU1/P2MI-LIPI/08/2017
32a/E/KPT/2017

e-ISSN 2476-9266

p-ISSN: 2088-9402

DOI: 10.17933/jppi.2017.070204



CLUSTERING TIPE BELAJAR SISWA SMKN 2 PENAJAM PASER UTARA DENGAN PENERAPAN METODE DATA MINING K-MEANS DAN FUZZY C-MEANS (FCM)

CLUSTER ANALYSIS FOR LEARNING STYLE OF VOCATIONAL HIGH SCHOOL STUDENT USING K-MEANS AND FUZZY C-MEANS (FCM)

Reza Andrea¹, Shinta Palupi^{2,3}, Siti Qomariah³

^{1,3}Teknik Informatika, STMIK Widya Cipta Dharma, Samarinda

²Sistem Informasi, STMIK Widya Cipta Dharma, Samarinda

reza@wicida.ac.id¹

Naskah Diterima: 3 September 2017; Direvisi : 1 Desember 2017; Disetujui : 7 Desember 2017

Abstrak

Ketidakkampuan siswa dalam menyerap berbagai pengetahuan yang disampaikan oleh guru bukan dikarenakan ketidakmampuan pemahamannya dan bukan pula dikarenakan guru tidak mampu mengajar, melainkan dikarenakan ketidakcocokan gaya belajar antara siswa dan guru, sehingga siswa merasa tidak nyaman belajar pada guru tertentu. Hal tersebut juga terjadi di SMKN 2 Penajam Paser Utara, sehingga perlu dilakukan penelitian ini, untuk menganalisis *cluster* (kelompok) tipe belajar siswa dengan menerapkan metode *data mining* yaitu *K-Means* dan *Fuzzy C-means*. Tujuan adalah mengetahui keefektifan *clustering* tipe belajar ini terhadap perkembangan daya serap dan peningkatan prestasi belajar siswa. Metode yang digunakan untuk melakukan *clustering* tipe belajar dengan proses *data mining* dimulai dari tahap *data cleaning*, *data selection*, *data transformation*, penambahan data, *pattern evolution*, dan pengembangan pengetahuan.

Kata kunci: *Data mining, tipe belajar, clustering, FCM, K-Means*

Abstract

The inability of students to absorb the various knowledge conveyed by the teacher is not due to the inability of his understanding and not because the teacher is not able to teach, but rather due to the incompatibility of learning styles between students and teachers, so that students feel uncomfortable learning to certain teachers. It also occurs in Vocational High School Student SMKN 2 Penajam Paser Utara, thus this research is needed to analyze cluster type of student learning by applying data mining method that is K-Means and Fuzzy C-means. The result is to know the effectiveness of this type of learning clustering on the development of absorptive capacity and improvement of student achievement. The method used to cluster the learning type with data mining process start from data cleaning, data selection, data transformation, data mining, pattern evolution, and knowledge.

Keywords: *Data mining, learning style, clustering, FCM, K-Means*

PENDAHULUAN

Konsep belajar menurut *The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (UNESCO), menuntut setiap satuan pendidikan untuk dapat mengembangkan empat pilar pendidikan baik untuk sekarang dan masa depan, yaitu: (1) *learning to know* (belajar untuk mengetahui), (2) *learning to do* (belajar untuk melakukan sesuatu) dalam hal ini peserta didik dituntut untuk terampil dalam melakukan sesuatu, (3) *learning to be* (belajar untuk menjadi seseorang), dan (4) *learning to live together* (belajar untuk menjalani kehidupan bersama).

Belajar merupakan proses perubahan tingkah laku dari seseorang yang awalnya tidak tahu menjadi tahu, yang tidak terampil menjadi terampil, yang tidak tahu cara mengerjakan sesuatu menjadi mampu mengerjakan sesuatu yang semuanya merupakan hasil dari pengalaman atau interaksi dengan lingkungan yang dilakukan secara sengaja. Dengan demikian, perubahan perubahan yang terjadi pada peserta didik adalah proses belajar mengajar dengan kata lain disebut hasil belajar. Para ahli di bidang pendidikan menemukan fakta bahwa setiap individu siswa memiliki tipe belajarnya.

Perkembangan lebih lanjut dari analisis kelompok adalah dengan mempertimbangkan tingkat keanggotaan yang mencakup himpunan *fuzzy* sebagai dasar pembobotan bagi pengelompokan yang disebut dengan *fuzzy clustering*. Metode ini merupakan pengembangan dari metode partisi cara tegas (*K-Means*) dengan melakukan pembobotan *fuzzy* yang memungkinkan objek untuk bias bergabung ke setiap kelompok yang ada. Salah satu teknik yang merupakan bagian dari metode nonhierarki dengan menggunakan logika *Fuzzy C-Means* (FCM). Algoritma ini pertama kali

diperkenalkan oleh Dunn pada 1974. Secara umum, algoritma FCM berbasis pada fungsi objektif yang diperoleh dari penghitungan jarak terhadap pusat kelompok. Dengan teknik ini objek akan cenderung menjadi anggota suatu kelompok dimana objek tersebut memiliki derajat keanggotannya yang tertinggi terhadap kelompoknya.

Pada penelitian ini akan dilakukan pengolahan data tipe belajar siswa di SMK Negeri 2 Penajam Paser Utara dengan metode *data mining K-Means* dan FCM dengan tujuan memberikan proses pembelajaran yang baik dan efektif. Klasifikasi dilakukan menjadi kelompok-kelompok (*cluster*) siswa dan menentukan keputusan metode belajar yang tepat terhadap kelompok-kelompok tersebut. Hasil akhir penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam menyerap pengetahuan dari guru.

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Melakukan *clustering* tipe belajar siswa dengan metode *data mining K-Means* dan *Fuzzy C-mean*.
2. Membandingkan dan menganalisa kelompok dari tipe belajar hasil penerapan metode *K-Means* dan *Fuzzy C-Means*.
3. Menarik hasil analisis guna merumuskan keputusan gaya belajar yang tepat bagi setiap kelompok kelas siswa.
4. Mensosialisasikan kepada para guru dan pihak sekolah, gaya mengajaryang tepat bagi siswanya.

METODE

Penelitian tentang *game* dengan teknik yang sama telah banyak dilakukan antara lain :

1. *Comparative Analysis of K-Means and Fuzzy C-Means Algorithms* (Ghosh, S. dan Dubey, 2013)

2. Pemetaan Gaya Belajar Mahasiswa dengan *Clustering* menggunakan *Fuzzy C-Means* (Lestari, 2015)
3. Perbandingan Metode *K-Means* dengan *Fuzzy C-Means* Untuk Analisa Karakteristik Mahasiswa Berdasarkan Kunjungan ke Perpustakaan (Merliana, 2015)

Pada penelitian yang dilakukan Ghosh & Dubey, komparatif dua algoritma *K-Means* dan FCM diukur dengan melihat iterasi pergerakan titik *centroid*, Penelitian ini melihat keakuratan dan kelemahan kedua metode dalam menyelesaikan masalah *clustering* beberapa kasus eksperimen. Penelitian yang dilakukan Lestari, telah dititik-beratkan pada pengelompokan mahasiswa berdasarkan gaya belajarnya kemudian menganalisis keterkaitan gaya belajar mahasiswa dengan prestasi belajar. Pada penelitian Merliana, kedua metode *K-Means* dan FCM di uji coba pada studi kasus pengunjung perpustakaan Sekolah Tinggi Agama Hindu Negeri Tampung Penyang Palangka Raya. Hasil penelitian dengan pengujian data mahasiswa ini diperoleh nilai *cluster* yang terbaik adalah metode *K-Means* dibandingkan FCM, karena K-means menguji adanya hubungan antara variabel baik itu dari data perpustakaan maupun data akademik mahasiswa.

Adapun perbedaan pada penelitian ini dititik-beratkan pada penerapan metode *K-Means* dan FCM untuk *clustering* tipe belajar siswa, serta mengukur tingkat kevalidan dari *final model* dari masing-masing metode. Hasil penelitian ini dapat digunakan oleh pihak sekolah untuk membantu mengambil kebijakan dalam menentukan model penganjuran yang cocok di setiap kelasnya.

Tahapan Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen dengan tahapan penelitian sebagai berikut:

1. Pengumpulan data
Pengumpulan data dari kuesioner siswa dan wawancara dengan guru dan pihak sekolah.
2. Pengolahan awal data (*data cleaning*)
Data yang sudah dikumpulkan diolah dengan algoritma *soft-computing* untuk mengurangi data yang tidak relevan. Sedangkan data yang relevan dengan tugas analisis dikembalikan ke dalam *database* (proses *selection*).
3. Pembentukan model yang diusulkan (*data transformation*)
Pada metode ini, *datamining* akan digambarkan secara skematik dan disertai dengan formula perhitungan. Model akan dibentuk dari data yang sudah diolah. Hasil pengolahan model akan diukur dengan model yang ada saat ini.
4. Eksperimen dan pengujian model
Menjabarkan bagaimana eksperimen yang dilakukan hingga terbentuknya model, serta menjelaskan cara menguji model yang terbentuk.
5. Evaluasi dan validasi hasil (*pattern evaluation*)
Evaluasi dilakukan dengan mengamati hasil *cluster* menggunakan kedua algoritma *soft-computing*. Validasi dilakukan dengan mengukur hasil *cluster* dan dibandingkan dengan data asal. Pengukuran kinerja dilakukan dengan membandingkan nilai *error* hasil *cluster* masing-masing algoritma sehingga dapat diketahui algoritma yang lebih akurat.

6. *Knowledge presentation*

Gambaran teknik visualisasi dan pengetahuan digunakan untuk memberikan pengetahuan kepada pengguna. Pada tahap ini pengembangan pengetahuan digunakan oleh pihak sekolah untuk mengambil kebijakan dalam menentukan model penganjuran yang cocok di sekolah.

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMKN 2 Penajam Paser Utara Jl. Provinsi Km. 8 Nipah-nipah Kabupaten Paser Utara. Penelitian diselesaikan dalam 3 bulan, Jangka waktu penelitian tersebut dimanfaatkan untuk menyelesaikan tahapan-tahapan mulai dari aktivitas persiapan penyiapan data, pengumpulan data, analisis dan pelaporan serta diseminasi hasil penelitian.

Teknik Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan terdiri atas data sekunder dan data primer. Data primer langsung berasal dari lokasi pengkajian yang dilakukan melalui wawancara maupun kuesioner terhadap siswa dan guru SMKN 2 PPU. Sedangkan data sekunder diperoleh dengan mempelajari studi literatur berupa aturan-aturan tertulis atau dokumen yang ada kaitannya dengan judul penelitian. Selain itu data diperoleh melalui observasi atau pengamatan langsung kondisi di lapangan yaitu di lingkungan SMKN 2 PPU.

Metode Algoritma *K-Means* dan FCM

Setelah data terkumpul maka tahap selanjutnya adalah mempersiapkan data tersebut agar dapat digunakan untuk proses *data mining*. Data mentah yang akan digunakan untuk proses *data mining*. Data mentah yang akan digunakan pada aplikasi ini diperoleh dari hasil kuesioner yang diisi 100 siswa.

Pengolahan data awal merupakan bagian dari persiapan data. Langkah-langkah yang dilakukan antara lain meliputi menghilangkan kerangkapan data dan membersihkan data yang terganggu, menggabungkan data, menentukan atribut yang akan diolah dan mengubah data. Persiapan data dilakukan secara manual menggunakan excel format *.csv. Hasil proses persiapan data disajikan dalam bentuk tabel.

Tabel 1. Data Kuesioner Gaya Belajar Siswa

No	X ₁ (Visual)	X ₂ (Auditori)	X ₃ (Kinestetik)
1	26,67	40,00	33,33
2	46,67	53,33	0,00
3	26,67	60,00	13,33
4	26,67	46,67	26,67
5	46,67	40,00	13,33
..
100	26,67	53,33	20,00

Data siswa SMK 2 PPU berdasar kuesioner tipe belajar diisi 100 siswa sample secara acak dari kelas 1, 2 dan 3 dari berbagai jurusan. Dimana : X₁ adalah persentasi menyukai belajar dengan penyampaian visual; X₂ adalah persentasi menyukai belajar dengan penyampaian audio; X₃ adalah persentasi menyukai belajar dengan penyampaian praktik (kinestetik)

Data dari tabel 1 dapat dikelompokkan menjadi beberapa kelompok sesuai atribut yang telah ditentukan berupa X₁ (Visual), X₂ (Auditori), X₃ (Kinestetik)

Algoritma *ClusterK-Means*

K-Means pertama kali dipublikasikan oleh Stuart Lloyd pada tahun 1984 dan merupakan algoritma *clustering* yang banyak digunakan. *K-Means* bekerja dengan mensegmentasi objek yang ada kedalam kelompok atau yang disebut dengan segmen sehingga objek yang berada dalam masing-masing kelompok lebih serupa satu sama lain dibandingkan dengan objek dalam kelompok yang berbeda. Algoritma *clustering* adalah meletakkan

nilai yang serupa dalam satu segmen, dan meletakkan nilai yang berbeda dalam *cluster* yang berbeda (Ledolter, 2013). *K-Means* memisahkan data dengan optimal dengan perulangan yang memaksimalkan hasil dari partisi hingga tidak ada perubahan data dalam setiap segmentasi. *K-Means* bekerja dengan pendekatan *top-down* karena memulai dengan segmentasi yang sudah ditentukan terlebih dahulu (Williams, J dan Simoff, 2006). Sehingga hasil data sebuah segmen tidak mungkin tercampur antara satu segmen dengan segmen lainnya (Witten, I.H. Frank, E. dan Hall, 2011) Pendekatan ini juga mempercepat proses komputasi untuk data dalam jumlah besar.

Algoritma *K-Means* diterapkan pada objek yang diwakili dalam bentuk titik didalam ruangan vektor berdimensi-d. *K-Means* mengcluster semua data didalam setiap dimensi dimana titik dalam segmentasi yang sama diberi *cluster* ID. Nilai dari k adalah masukan dasar dari algoritma yang menentukan jumlah segmentasi yang ingin dibentuk. Partisi akan dibentuk dari sekumpulan objek n kedalam *cluster* k sehingga terbentuk kesamaan objek dalam setiap segmentasi k.

Algoritma *K-Means* merupakan algoritma yang banyak dipakai dalam menentukan *cluster* (Ledolter, 2013), karena mudah digunakan, memiliki perhitungan yang pasti dan mudah dimodifikasi untuk memenuhi kebutuhan penggunaan.

Algoritma Fuzzy C-Means

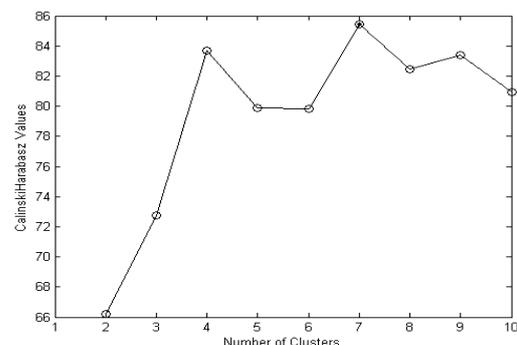
Algoritma *fuzzy clustering* yang terkenal adalah FCM yang diperkenalkan oleh Jim Bezdek. Ia memperkenalkan ide dari paramater *fuzzification* (m) dalam jangkauan [1,n] yang menentukan derajat ke *fuzzy*-an dari *cluster*. Ketika *cluster* m=1, efeknya adalah sebuah *crisp clustering* dari beberapa titik, namun ketika $m > 1$ derajat ke *fuzzy*

an diantara titik pada ruang keputusan menjadi meningkat (Kamber dan Pie, 2012).

FCM *clustering* melibatkan dua proses yaitu penghitungan pusat *cluster* dan penguasaan dari titik terhadap pusat dengan menggunakan sebuah bentuk dari jarak *euclidean*. Proses ini diulang sampai pusat *cluster* telah stabil. FCM mengeksekusi sebuah konstrain langsung dari fungsi keanggotaan *fuzzy* yang terhubung dengan masing-masing titik. Tujuan dari algoritma FCM adalah penugasan dari titik data kedalam *cluster* dengan derajat keanggotaan yang bervariasi. Keanggotaan ini merefleksikan derajat dimana titik lebih mewakili salah satu *cluster* (Kamber, H.J. dan Pie, 2012).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mencari jumlah kelompok yang tepat dengan rekomendasi jumlah *cluster* optimal dapat dilihat pada grafik *evalcluster*. Grafik *evalcluster* merupakan grafik pemberian rekomendasi terbaik bagi penentuan kelompok, yang akan digunakan untuk pengelompokan suatu data. Grafik *evalclusters* puncak tertinggi pertama yang akan digunakan untuk penentuan *cluster* terbaik dari beberapa *clusters* yang ada, *cluster* yang terbaik menurut *evalclusters* untuk data diatas adalah pada *cluster* 4 di nilai 83.7132 dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini.

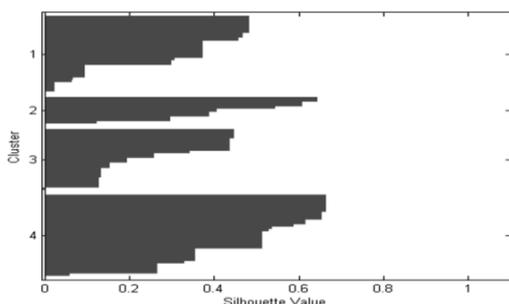


Gambar 1. Grafik Nilai Fungsi Objektif (Grafik *Evalcluster*)

Tabel 2. Data Iterasi Setiap Cluster

Jumlah Cluster 2				
Proses Iterasi	iter	phase	num	sum
	1	1	100	30231.4
	2	1	5	28638.1
	3	1	12	25926.5
	4	1	8	24743.5
	5	1	4	24542.2
	6	1	1	24468.2
	7	2	0	24468.2
Best total sum of distances = 24468.2				
Centroid	31.1538	46.2821	22.4359	
	50.9722	30.2778	18.7500	
Jumlah Cluster 3				
Proses Iterasi	iter	phase	num	sum
	1	1	100	20000.2
	2	1	9	17199
	3	1	2	16922.3
	4	1	4	16704.6
	5	1	3	16513.5
	6	2	0	16513.5
Best total sum of distances = 16513.5				
Centroid	54.5833	29.7917	15.6250	
	32.8455	50.4065	16.5854	
	36.0494	31.1111	32.8395	
Jumlah Cluster 4				
Proses Iterasi	iter	phase	num	sum
	1	1	100	17090.9
	2	1	21	14181.5
	3	1	2	14053.2
	4	1	7	13532.7
	5	2	0	12890.6
Best total sum of distances = 12890.6				
Centroid	53.3333	33.3333	13.3333	
	26.6667	33.3333	40.0000	
	40.0000	26.6667	26.6667	
	33.3333	53.3333	13.3333	
Jumlah Cluster 5				
Proses Iterasi	iter	phase	num	sum
	1	1	100	15235.7
	2	1	16	12855.4
	3	1	7	11913.3
	4	1	2	11805
	5	1	4	11636.2
	6	1	1	11623.8
	7	2	0	11623.8
Best total sum of distances = 11623.8				
Centroid	31.4286	56.1905	11.9048	
	24.0000	51.3333	24.6667	
	41.5789	40.8772	17.5439	
	56.2667	24.5333	19.2000	
	30.7692	30.2564	38.9744	
Jumlah Cluster 6				
Proses Iterasi	iter	phase	num	sum
	1	1	100	10601.8
	2	1	16	8673.13
	3	1	2	8517.81
	4	2	0	8392.67
Best total sum of distances = 8392.67				
Centroid	50.3030	35.7576	13.9394	
	24.0000	59.3333	16.6667	
	32.2807	43.5088	24.2105	

Berdasarkan cluster yang terbentuk. Tipe belajar siswa SMKN 2 PPU dapat dikelompokkan kedalam empat kelompok menurut nilai-nilai yang memenuhi pada masing-masing variabel di setiap cluster-nya dan dapat dilihat pada silhouette cluster 4 pada Gambar 2.

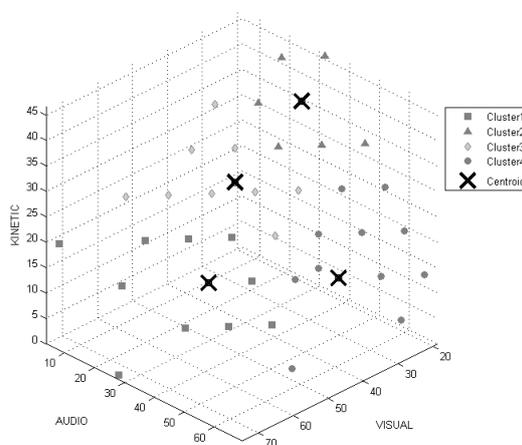


Gambar 2. Silhouette dengan 4 Cluster

Pada jumlah 4 cluster dari gambar silhouette terlihat bahwa sangat sedikit sekali elemen cluster yang berada pada wilayah negatif. Dengan demikian hasil cluster ini cukup baik dan merepresentasikan kelompok-kelompok yang sejenis.

Analisis K-Means Cluster

Proses penyebaran centroid kedalam 4 cluster menggunakan grafik 3 dimensi yang dimana membandingkan antara atribut yang digunakan, terlihat pada gambar 3.



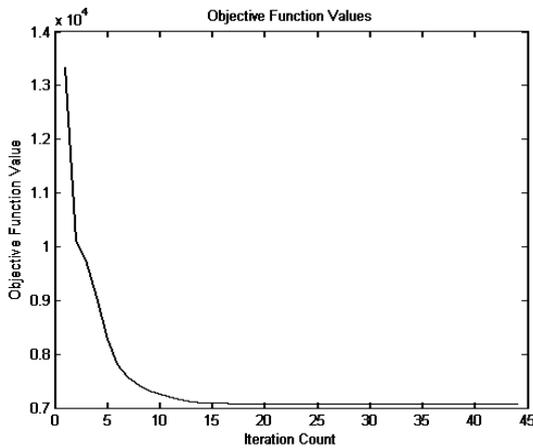
Gambar 3. Grafik 3 Dimensi 4 K-Means Cluster

Dari gambar 3 didapat nilai persentasi 100 sample siswa adalah: Cluster 1 :31%; Cluster 2 : 11%; Cluster 3: 25%; Cluster 4: 33%. Maka dapat ditarik analisis K-Means:

1. 31% siswa menyukai belajar dengan tipe belajar visual dan sedikit bantuan audio (visual-auditori)
2. 11% siswa menyukai belajar dengan tipe belajar kinestetik dan sedikit bantuan audio (kinestetik-auditori)
3. 25% siswa menyukai belajar dengan tipe belajar visual saja
4. 33% siswa menyukai belajar dengan tipe belajar auditori dan sedikit bantuan visual

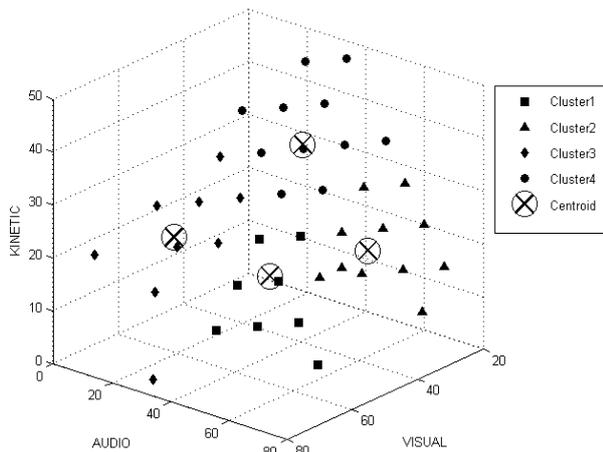
Analisis FCM

Pengelompokan FCM dilakukan dengan kelompok yang sama dengan kelompok optimal *cluster K-Means*, yaitu 4 *cluster*, dengan tujuan dapat membandingkan hasil pola *cluster* yang dibentuk.



Gambar 4. Grafik Nilai Fungsi Objektif 4 *Cluster*

Dari gambar 4 didapat pengujian pada algoritma FCM pada 4 *cluster*, menunjukkan bahwa proses *cluster* berhenti pada iterasi ke 44 dengan nilai fungsi objektif adalah 0.7075×10^4 (lihat gambar 4). Jumlah iterasi 4 *cluster* lebih sedikit dan efektif dibandingkan dengan 5 atau 6 *cluster*.



Gambar 5. Grafik 3 Dimensi 4 *Cluster* FCM

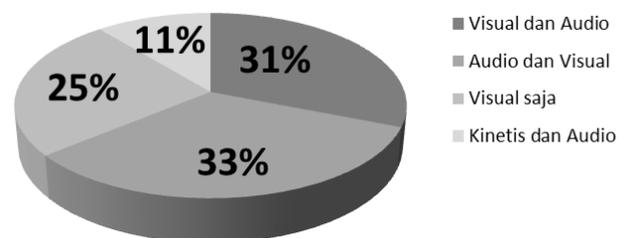
Dari gambar 5 didapat nilai persentasi 100 sample siswa adalah: *Cluster 1* : 29%; *Cluster 2* :

32%; *Cluster 3* : 17%; *Cluster 4* : 22%. Maka dapat ditarik analisis FCM:

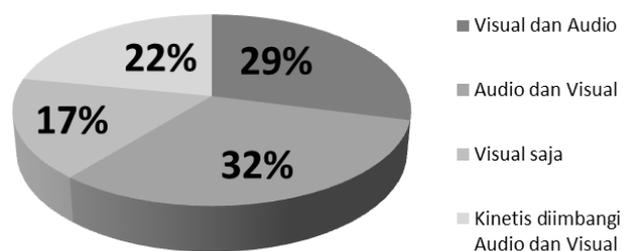
1. 29% siswa menyukai belajar dengan tipe belajar visual dan sedikit bantuan audio (visual-auditori)
2. 32% siswa menyukai belajar dengan tipe belajar auditori dan sedikit bantuan visual
3. 17% siswa menyukai belajar dengan tipe belajar visual saja
4. 22% siswa menyukai belajar dengan tipe belajar kinestetik dan diimbangi audio dan visual (kinestetik-audiovisual)

Perbandingan Analisis *K-Means* dan FCM

Kedua algoritma menghasilkan pengelompokan 4 *cluster* yang hampir mirip, dan dengan angka yang memiliki selisih persentasi yang kecil. Kedua persentasi *cluster* dapat dilihat pada gambar 6 dan 7.



Gambar 6. Grafik Persentasi Pengelompokan Tipe Belajar dengan *K-Means*



Gambar 7. Grafik Persentasi Pengelompokan Tipe Belajar dengan FCM

Dari 2 grafik di atas, dapat dilihat kesamaan persentasi paling tinggi pada tipe belajar audio-visual, dan yang kedua tertinggi adalah visual-

audio, sedangkan persentasi yang rendah pada tipe belajar visual saja dan kinestetik.

Tetapi ada sedikit perbedaan pada hasil analisis *cluster K-Means* dan *FCM*, yaitu pada *cluster* ke-4. *K-Means* mengalisa bahwa *cluster* ke-4 adalah kelompok siswa dengan tipe belajar kinestetik-dimbang audio, sedangkan *FCM* mengalisa bahwa *cluster* ke-4 adalah kelompok siswa dengan tipe belajar kinestetik diimbangi audio-visual.

PENUTUP

Dari hasil analisis kedua algoritma *cluster* yang digunakan dapat ditarik kesimpulan : Pengelompokan tipe belajar siswa SMKN 2 PPU menggunakan *K-Means* dan *FCM* dapat dibentuk menjadi 4 *cluster*.

Lebih banyak siswa SMKN 2 PPU yang menyukai belajar dengan gaya belajar (tipe belajar) visual dengan dibantu pengarahannya suara guru dibandingkan belajar hanya dengan mendengar ceramah dan praktik saja. Kesimpulan ini diambil dari penggabungan persentasi *cluster* kelompok siswa yang menyukai gaya belajar visual dan auditori ditambah persentasi yang menyukai visual saja.

Penelitian ini dapat membantu guru-guru SMKN 2 PPU untuk menemukan metode cara mengajar yang tepat terhadap siswanya di kelas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi sesuai dengan Kontrak Penelitian Tahun Anggaran 2017

DAFTAR PUSTAKA

- Ghosh, S. dan Dubey, S. K. (2013). Comparative Analysis of K-Means and Fuzzy C-Means Algorithms. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications.*, Vol 4(No 4), 35–38.
- Kamber, H.J. dan Pie, J. M. 2012. (2012). Data Mining : Concepts and Techniques. (Edisi 3). USA: Morgan Kaufmann Publisher Inc.
- Ledolter, J. (2013). *Data Mining and Business Analytics with R*. Wiley. New Jersey, USA.
- Lestari, W. (2015). Pemetaan Gaya Belajar Mahasiswa dengan Clustering Menggunakan Fuzzy C-means. *Jurnal Sainstech Politeknik Indonusa Surakarta.*, Vol 1(No 3), 21–33.
- Merliana, N. P. E. (2015). *Perbandingan Metode K-Means Dengan Fuzzy C-Means Untuk Analisa Karakteristik Mahasiswa Berdasarkan Kunjungan Ke Perpustakaan*. Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.
- Williams, J dan Simoff, J. (2006). *Data Mining Theory, Methodology, Technique, and Application*. Germany: Springer Verlag Berlin Heidelberg.
- Witten, I.H. Frank, E. dan Hall, M. A. 2011. (2011). Data Mining Practical Machine Learning Tool and Techniques. (Edisi 3). USA: Elsevier Inc.