



PENERAPAN FCM UNTUK PENENTUAN KEMAMPUAN SISWA BERBASIS SISTEM AGENT CERDAS (STUDI KASUS SMK NEGERI 1 PLOSOKLATEN KEDIRI)

Ery Setiyawan Jullev A^{#1}, Azhari SN^{*2}

*Prodi Ilmu Komputer Jurusan Ilmu Komputer Dan Elektronika
Universitas Gadjah Mada*

¹setiyawanjullev@gmail.com

² arisn@ugm.ac.id

Abstract

Guru perlu selalu memantau perkembangan akademik dan melaksanakan pemberian test pekerjaan secara proporsional kepada siswa. Peran guru selain mengajar dikelas juga menganalisis kemampuan dari siswa yang diampunya. Pada K13 hal ini merupakan salah satu hal yang menjadi sorotan utama dalam proses belajar mengajar. Isu menarik dari proses klastering kemampuan siswa ini adalah mendelegasikan tugas tersebut kepada asisten pribadi berupa perangkat lunak komputer. Kegiatan guru yang mengatur soal dan memeriksa jawaban siswa akan sangat terbantu oleh perangkat lunak ini. Pendekatan perangkat lunak berbasis kecerdasan agen (intelligent agent) memungkinkan untuk menentukan kemampuan siswa. Perangkat lunak berbasis intelligent agent ini dirancang menggunakan metodologi Prometheus, dan dikembangkan melalui platform JADE dengan menggunakan bahasa pemrograman Java. Pengembangan model berfokus pada bagaimana agen dapat membentuk model klastering sehingga dapat menentukan jenis kemampuan siswa. Konsep yang diterapkan pada agen berdasarkan metode fuzzy c-means clustering, dengan jenis penentu nilai klaster antara lain: nilai pengetahuan dan nilai keterampilan. Evaluasi dilakukan terhadap 10, 100 dan 200 data siswa dengan jumlah klaster tertentu untuk menghitung jarak pisah antar-klaster. Metrik pengukuran yang digunakan adalah Xie-Beni Index dan mempunyai nilai hasil sebesar 0.368 pada klaster 5 dengan jumlah data 200.

Keywords— Kemampuan siswa, multi agen, Fuzzy C-Means Klustering.

I. PENDAHULUAN

Dengan menggunakan CAT pemahaman *user* akan meningkat (Pandey, 2012), hal ini dikarenakan proses pembelajaran akan lebih mudah dikarenakan materi pembelajaran ada pada *sistem* yang sudah terdistribusi.

Distribusi soal pada *sistem* pembelajaran merupakan salah satu masalah yang pelik, guru harus melakukan sortir terhadap jenis soal yang akan diberikan kepada siswa, baik

pada *sistem* konvensional maupun pada *Computer Based Test* hal ini masih harus dilakukan secara manual.

Sistem *Smart and Autonomous agent* adalah sebuah teknik dalam program computer yang dapat dimanfaatkan dalam hal mendelegasikan penilaian siswa melalui computer. Agent dapat digunakan dalam membantu guru melakukan pendistribusian soal-soal berdasarkan kriteria yang telah dibuat kepada para peserta didik, selain itu agent dapat bekerja secara *autonomous* serta bisa menyelesaikan masalah dengan cepat sesuai dengan keinginan dari penggunaannya. Dalam rangka untuk mengenal latar belakang peserta didik, atau apa yang telah dipelajari, seberapa jauh

pelajaran yang berhasil ditangkap. Siswa dapat menjawab beberapa pertanyaan, soal latihan, atau menyelesaikan beberapa pekerjaan rumah. Semua kegiatan ini akan disimpan ke dalam database pelajar. Guru dapat mengevaluasi bahan-bahan dan umpan balik beberapa saran instruksional untuk pelajar, seperti menyediakan *content* pembelajaran, hal ini akan sangat membantu siswa dalam melakukan pembelajaran (Garro and Palopoli, 2003).

Proses analisis kemampuan siswa sangat kompleks, hal ini tidak hanya di dasarkan pada hasil capaian siswa dalam mata pelajaran tersebut, tetapi juga dengan aktifitas siswa dalam proses pembelajaran.

Karena kompleksitas serta banyak faktor yang saling berkaitan antara satu parameter dengan parameter yang lain dalam penentuan tingkat kemampuan siswa, maka dibutuhkan sebuah metode yang mampu menganalisa permasalahan tersebut dengan cermat.

Untuk membantu *sistem agent* tersebut melakukan klustering, maka dibutuhkan metode yang dapat melakukan hal tersebut dengan cepat, ada banyak metode yang dapat di terapkan dalam permasalahan ini.

Pada penilaian di kurikulum 2013 ada beberapa aspek yang harus dinilai, salah satunya adalah tingkat keaktifan dari siswa tersebut.

Tingkat keaktifan siswa secara umum bersifat fuzzy, hal ini dikarenakan tingkat keaktifan siswa tidak dapat dilihat secara pasti.

Penelitian ini akan menganalisis penerapan algoritme *Fuzzy Clustering C-Means* dalam *Autonomous Multi Agent Sistem* untuk pengelompokan siswa Sekolah Menengah Atas (SMA) dalam penentuan kemampuan belajar siswa

II. METODE PENELITIAN

Tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini meliputi karakteristik Fuzzy C-Means Clustering, desain Multi-agent untuk klasifikasi kemampuan siswa dengan bahasa pemrograman javadan framework jade.

A. Karakteristik Fuzzy C-Means Clustering

Algoritma clustering merupakan algoritma pengelompokan sejumlah data (N) menjadi kelompok – kelompok data tertentu (cluster)[1]. Objek data yang terletak didalam satu cluster harus mempunyai kemiripan. Sedangkan yang tidak berada didalam satu cluster tidak mempunyai kemiripan, Algoritma pengclusteran data yang digunakan oleh agent adalah algoritma fuzzy c-means clustering.

Berikut ini langkah-langkah pengelompokan data dengan fuzzy c-means clustering:

- Tentukan :
 1. Matrix X berukuran n x m, dengan n = jumlah data yang akan di klaster; dan m = jumlah variable (kriteria).
 2. Jumlah klaster yang akan di bentuk (C >= 2)
 3. Pangkat (pembobot) = w (>1).
 4. Maksimum iterasi
 5. Kriteria penghentian = ξ (nilai positif yang sangat kecil)
 6. Iterasi awal t=1, dan $\Delta = 1$.
 7. Bentuk matriks partisi awal U0, sebagai berikut :

$$U = \begin{bmatrix} \mu_{11}(x_1) & \mu_{12}(x_2) & \cdots & \mu_{1n}(x_n) \\ \mu_{21}(x_1) & \mu_{22}(x_2) & \cdots & \mu_{2n}(x_n) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mu_{c1}(x_1) & \mu_{c2}(x_2) & \cdots & \mu_{cn}(x_n) \end{bmatrix}$$

(matriks partisi awal biasanya dipilih secara acak)

8. Hitung pusat klaster V, untuk setiap klaster :

$$V_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n (\mu_{ik})^w \cdot x_{kj}}{\sum_{k=1}^n (\mu_{ik})^w} \quad (1.1)$$

9. Perbaiki derajat keanggotaan setiap data pada setiap klaster (perbaiki matriks partisi), sebagai berikut :

$$\mu_{ik} = \left[\sum_{j=1}^C \left(\frac{d_{ik}}{d_{jk}} \right)^{2/(w-1)} \right]^{-1} \quad (1.2)$$

Dengan :

$$d_{ik} = d(X_k - V_i) = \left[\sum_{j=1}^m (X_{kj} - V_{ij})^2 \right]^{1/2} \quad (1.3)$$

10. Tentukan kriteria berhenti, yaitu perubahan matriks partisi pada iterasi sekarang dengan iterasi sebelumnya, sebagai berikut :

$$\Delta = \left\| U^t - U^{t-1} \right\| \quad (1.4)$$

Apabila $\Delta \leq \xi$, maka iterasi dihentikan, namun apabila $\Delta > \xi$, maka naikkan iterasi (t = t+1) dan kembali kelangkah 3.

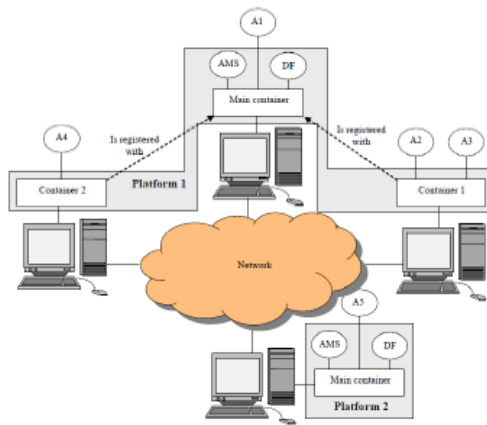
Pencarian nilai D dapat dilakukan dengan mengambil elemen terbesar dari nilai mutlak selisih antara $\mu_{ik}(t)$ dengan $\mu_{ik}(t-1)$.

B. Multi-Agent dengan menggunakan platform JADE

JADE (Java Agent Development Framework) merupakan sebuah framework untuk mengembangkan perangkat lunak berbasis sistem multi-agent dan aplikasi intelligent agent yang sesuai dengan standar FIPA. JADE merupakan suatu kerangka kerja (framework) pengembangan perangkat lunak untuk mengembangkan sistem multi-agent seperti dinyatakan dalam (Bellifemine dkk, 2007). Platform JADE terbentuk dari berbagai container yang terdapat pada satu komputer, atau mungkin tersebar pada jaringan komputer. Container inilah yang menjadi tempat hidup bagi agen agen. Container menyediakan JADE run-time dan semua layanan-layanan yang dibutuhkan untuk penempatan dan pengeksekusian agen.

JADE menyediakan layanan platform yang disebut AMS (Agent Mobility Service) sehingga dapat mengimplementasikan mobilitas intra-platform. Hal ini memberikan kemampuan agen untuk berpindah dari sebuah container ke container lain dalam platform yang sama. Oleh karena itu, JADE mendukung pengembangan sistem yang membutuhkan mobile agent.

Sebuah agen dapat memiliki tugas yang spesifik yang disebut dengan behavior. Sebuah behavior akan mempresentasikan tugas yang akan dikerjakan sebuah agen. Sebuah agen dapat memiliki lebih dari satu behavior dan agen dapat menjalankan lebih dari satu behavior disaat yang bersamaan, berikut deskripsinya:



Gambar 1. Arsitektur JADE (Chaire, 2009)

III. ANALISIS SISTEM

Distribusi soal pada sistem pembelajaran merupakan salah satu masalah yang pelik, guru harus melakukan sortir terhadap jenis soal yang akan diberikan kepada siswa, baik pada sistem konvensional maupun pada Computer Based Test hal ini masih harus dilakukan secara manual:

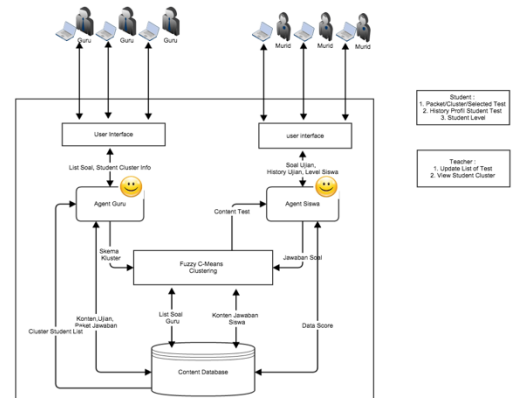
Dari hasil wawancara yang telah dilakukan, selama ini guru melakukan pembagian soal baik tugas maupun ulangan harian secara merata dan tidak memperhatikan kemampuan siswa, hal ini menyebabkan ada beberapa siswa yang merasa kesulitan dalam melakukan pengerjaan soal tersebut.

Berdasarkan kondisi di atas maka dibutuhkan sebuah mekanisme yang dapat membantu guru dalam proses belajar mengajar, khususnya dalam hal penyebaran soal kepada siswa dengan mengetahui terlebih dahulu sebaran kemampuan siswa, sehingga akan didapatkan hasil belajar mengajar yang lebih optimal.

A. Analisis Sistem Usulan

Berdasarkan penjelasan di atas maka untuk mengatasi permasalahan tersebut peneliti mengusulkan sebuah sistem berbasis komputer kepada guru yang mengampu mata pelajaran tersebut. Sistem agent cerdas merupakan salah satu system autonomous yang bisa berkerja tanpa adanya supervise dari user, pemodelan dan pemanipulasian data. Sistem itu digunakan untuk membantu guru dan siswa dalam melakukan proses belajar mengajar, guru akan terbantu dalam melakukan proses penyebaran soal ujian yang telah di sesuaikan dengan kemampuan siswa, sedangkan siswa akan terbantu dalam melakukan proses belajar karena akan mendapatkan update informasi tentang soal yang baru di-submit oleh guru berdasarkan kemampuan dan histori yang telah direkam oleh agent, sedangkan agent sendiri akan bertindak sesuai dengan lingkungan yang diciptakan oleh user itu sendiri [5]. Sistem ini bekerja secara waktu nyata (real time) yaitu bahwa sistem akan memonitor aktifitas dari siswa dan melakukan pelaporan kepada guru melalui mekanisme pengiriman pesan. Data Hasil pengamatan belajar siswa tersebut akan dijadikan sebagai acuan sehingga apabila ada aktifitas baru yang masuk maka agent akan secara otomatis dilakukan

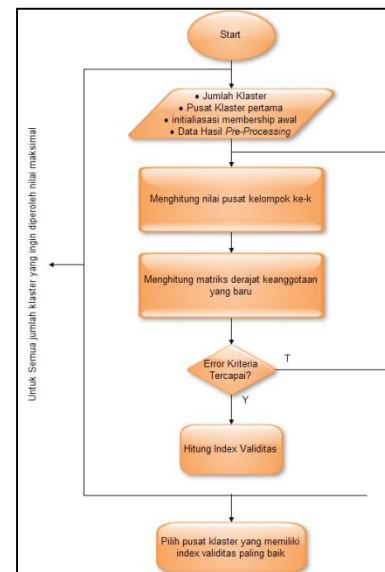
pencatatan kedalam basis data. Sistem usulan ini diharapkan dapat membantu guru dan siswa melakukan proses belajar mengajar. Secara garis besar mekanisme sistem multi agent seperti terlihat dibawah ini.



Gambar 2 Diagram Sistem Kerja Agent

Oleh karena sistem usulan (autonomous smart agent) digunakan untuk mengatasi persoalan bagaimana mengetahui kemampuan siswa dengan berdasarkan klustering yang dilakukan oleh agen. Istilah Agent mulai banyak dikenal di berbagai bidang, baik dalam bidang informatika dan ilmu komputer, seperti software engineering, artificial intelligence (AI), distributed system, dan sebagainya.

Sedangkan untuk usulan metode FCM dapat dilihat pada gambar 3.



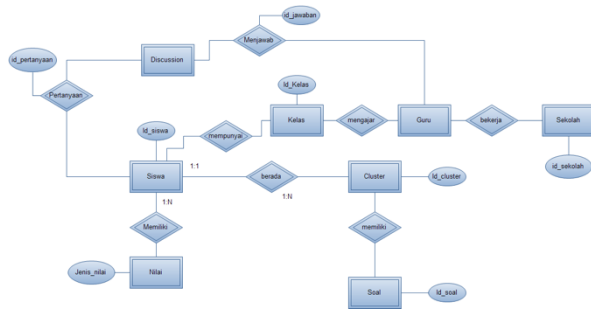
Gambar 3 Usulan Metode FCM

IV. HASIL PENELITIAN

Pada system agent terdiri dari beberapa komponen pendukung yaitu:

A. Lingkungan

Memodelkan sebuah system agent juga harus melakukan permodelan lingkungan tempat agent akan meresponse. Setiap perubahan yang terjadi pada lingkungan akan mengakibatkan perubahan juga terhadap cara gerak dari agent tersebut, lingkungan yang digunakan adalah aktifitas baik aktifitas siswa maupun guru, apabila terdapat soal maupun pertanyaan baru baik dari guru maupun siswa maka akan memberikan impact pada system agent. Lingkungan ini akan dimodelkan kedalam sebuah database yang akan di update berdasarkan update yang terjadi pada sistem yang telah dibuat sebelumnya. Berikut adalah desain lingkungan yang berupa database terhadap kinerja agent :



Gambar 4 Diagram database lingkungan agent

B. Hasil Klustering

Sebelum dilakukan proses klustering maka proses pertama yang harus dilakukan adalah pre-processing data, data yang dipre-processing adalah data hasil ujian siswa yang berupa data UAS, Ulangan Harian, tugas, portofolio, praktik dan observasi harian.

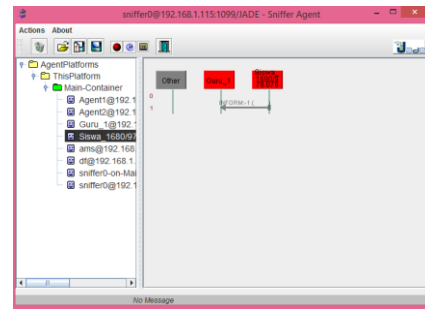
Setelah didapatkan data tersebut maka proses selanjutnya adalah mengelompokkan data tersebut menjadi dua bagian yaitu data pengetahuan dan keterampilan, seperti ditunjukkan pada Tabel 1 berikut :

TABEL 1 HASIL PRE-PROCESSING AGENT

NIS	Pengetahuan n	Ketrampilan n
1709/1007.07 6	68.5	59.8
1710/1008.07 6	72.5	69.6
1711/1009.07 6	66.4	75.8
1712/1010.07 6	70.5	68.3
1713/1011.07 6	67.3	65.8
1714/1012.07 6	62.3	58.1
1715/1013.07 6	63.75	68.8
1716/1014.07 6	67.75	63.6

1717/1015.07 6	67.41	64.0
1718/1016.07 6	69.83	69.6

Setelah didapatkan data tersebut maka proses selanjutnya adalah melakukan proses klustering yang dilakukan oleh agentGuru melalui mekanisme pengiriman pesan oleh agent siswa pada agent guru seperti gambar dibawah ini :



Gambar 5 Mekanisme pengiriman pesan

Setelah mendapatkan pesan dari agentSiswa maka selanjutnya agentGuru akan melakukan proses klustering berdasarkan data yang ada pada basis data dan hasil dari klustering tersebut akan disimpan pada basis data, yang selanjutnya berdasarkan data dari basis data tersebut dilakukan proses penyebaran pertanyaan kepada siswa oleh AgentGuru dan AgentSiswa hasil dari klustering seperti pada Tabel dibawah ini

TABEL 2. HASIL KLASTERING AGENTGURU

NIS	Pengetahuan	Ketrampilan	Klaster
1709/1007.076	68.50000	59.83333	1
1710/1008.076	72.50000	69.66667	2
1711/1009.076	66.41667	75.83333	2
1712/1010.076	70.50000	68.33333	2
1713/1011.076	67.33333	65.83333	2
1714/1012.076	62.33333	58.16667	2
1715/1013.076	63.75000	68.83333	3
1716/1014.076	67.75000	63.66667	3
1717/1015.076	67.41667	64.00000	3
1718/1016.076	69.83333	69.66667	3

Setelah didapatkan kluster tersebut maka proses selanjutnya yaitu proses validasi jumlah kluster tersebut dan melihat apakah masih ada data outlier yang tersisa sehingga akan didapatkan jumlah kluster yang sesuai dan optimal seperti ditunjukkan pada Tabel 3 dibawah ini

TABEL 3. HASIL PROSES VALIDASI

NIS	Pengetahuan	Ketrampilan	Klaster
1709/1007.076	68.50000	59.83333	1
1710/1008.076	72.50000	69.66667	2
1711/1009.076	66.41667	75.83333	2
1714/1012.076	62.33333	58.16667	2
1716/1014.076	67.75000	63.66667	2
1718/1016.076	69.83333	69.66667	2
1717/1015.076	67.41667	64.00000	3
1712/1010.076	70.50000	68.33333	4
1713/1011.076	67.33333	65.83333	4
1715/1013.076	63.75000	68.83333	4

C. Validasi Proses Klustering

Validasi dilakukan untuk memastikan ketepatan hasil clustering. Proses validasi tersebut dengan membandingkan rata-rata pusat cluster akhir dengan data validasi yang diperoleh dari data ujian siswa, proses validasi ini menggunakan Xie-Beni index dengan rumus :

$$\chi(Z; U; V) = \frac{\sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^N \mu_{ik}^m \|Z_k - V_i\|^2}{c \cdot \min_{i \neq j} (\|V_i - V_j\|^2)} \quad (1.5)$$

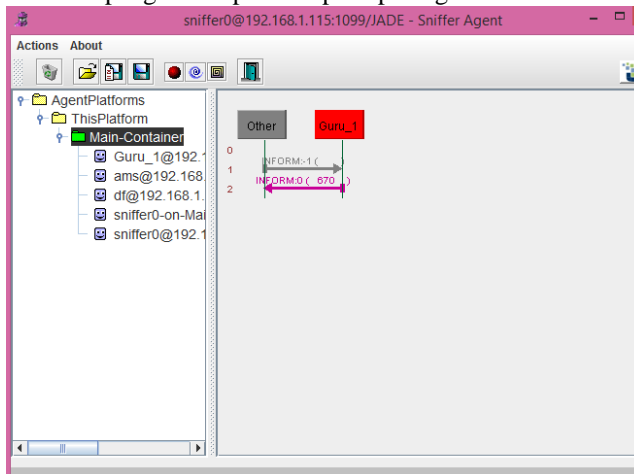
Dengan menggunakan jumlah data yang sama dan jumlah kluster yang berbeda maka didapatkan hasil Xie-Beni Index seperti di Tabel 4 berikut ini

TABEL 4 HASIL PENGUJIAN XIE-BENI AGENT

Jumlah data	Jumlah kluster (C)	Xie-Beni Index	Xie-Beni Index Agent
10	2	4.405	4.281
	3	1.868	0.988
	4	1.043	0.843
	5	0.198	0.196
100	2	6.070	4.878
	3	4.285	2.936
	4	3.372	1.486
	5	1.273	0.756
200	2	2.034	1.898
	3	0.856	0.604
	4	0.860	0.558
	5	0.748	0.386

D. Distribusi Soal

Setelah dilakukan proses klustering dan validasi terhadap jumlah kluster maka proses selanjutnya adalah menyimpan hasil klustering tersebut kedalam database dan melakukan proses penyebaran soal kepada siswa sesuai dengan hasil klustering yang telah dilakukan oleh AgentGuru melalui mekanisme pengiriman pesan seperti pada gambar berikut.



Gambar 6 Pengiriman soal melalui mekanisme Pesan ACI

Setelah pesan diterima oleh AgentSiswa, maka selanjutnya adalah menampilkan soal tersebut kepada siswa

dan AgentSiswa akan mengawasi siswa dalam melakukan pengerjaan soal tersebut sebagai bagian dari history record yang akan dijadikan dasar bagi AgentSiswa dalam melakukan distribusi soal.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan tentang penerapan multiagen sistem untuk klustering dengan menggunakan algoritma Fuzzy C-Means Klustering, maka beberapa kesimpulan yang diperoleh, antara lain:

Hasil yang diperoleh akan membantu guru untuk mengetahui kelompok siswa dengan cepat dan tepat berdasarkan hasil ujian dan nilai harian siswa, serta akan membantu guru dalam melakukan distribusi soal sesuai dengan kemampuan siswa berdasarkan posisi dalam kluster.

Dua agen yang diimplementasikan, yaitu AgentGuru dan AgentSiswa sudah mampu melakukan tugas klustering sesuai dengan fungsinya masing-masing sehingga dua agen merupakan batas minimal dari sebuah multiagen sistem untuk melakukan tugas klustering.

Hasil yang diperoleh pada tahap pevelangan akan diperbaiki melalui tahap validasi sehingga dapat menghasilkan kluster dengan titik pusat kluster yang lebih baik dan mengenali outliers.

Sensitivitas dari pengenalan outlier sangat tinggi, sehingga nilai dari Xie-Beni Index fluktuatif antara satu kluster dengan kluster yang lain hal ini didasari oleh jumlah data dan jumlah kluster yang diinginkan.

Hasil pengujian terhadap 10, 100, dan 200 data terhadap beberapa nilai C menunjukkan bahwa nilai dari Xie-Beni Index pada jumlah kluster yang banyak lebih kecil dibandingkan jumlah kluster yang sedikit.

VI. SARAN

Sistem ini telah berhasil memerankan perangkat lunak (agen-agen) untuk melakukan proses klustering kemampuan siswa sebatas nilai dan tingkat keaktifan siswa. Hasil klustering yang diperoleh diperbaiki dengan melihat nilai dari Xie-Beni Index dengan acuan pusat kluster dan sebaran data dari masing-masing kluster sehingga, dengan menggunakan metode klustering yang lain dapat digunakan untuk memperoleh tingkat sebaran yang lebih baik. Selain itu, pada kenyataannya guru dapat mengawasi secara langsung proses siswa dalam melakukan pengerjaan soal serta diskusi antar siswa, sehingga dapat mempermudah proses belajar mengajar. Aplikasi dapat dikembangkan dengan menambahkan perangkat lunak (agen) baru yang khusus menangani tentang pengawasan pada saat siswa melakukan diskusi. Hal ini akan dapat menghasilkan sistem penilaian lebih proaktif, karena ada peringatan (warning) sistem terhadap siswa maupun guru apabila ada aktifitas yang membutuhkan perhatian baik dari sisi guru maupun siswa. Pada siswa akan diberikan soal dan tugas sesuai dengan kemampuannya serta diberikan pembahasan dari setiap tugas yang diberikan, dan pada guru akan diberi peringatan (warning) untuk dapat memberi tanggapan dari tugas, pertanyaan atau kesulitan-kesulitan dari siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adawiyah, R. And Susanti, K.F., 2013, PENILAIAN AUTENTIK PADA KURIKULUM 2013 2013, Surabaya.
- [2] Babuska, R., 1992, Fuzzy Clustering. , Pp.55–72.
- [3] Bahar, 2011, PENENTUAN JURUSAN SEKOLAH MENENGAH ATAS DENGAN ALGORITMA FUZZY C-MEANS. UNIVERSITAS DIAN NUSWANTORO.
- [4] Bellifemine, F., Caire, G. and Greenwood, D., 2007, Developing Multi-Agent Systems with JADE,
- [5] Bremgartner, V. and de Magalhaes Netto, J.F., 2011, An adaptive strategy to help students in e-Learning systems using competency-based ontology and agents. 2011 11th International Conference on Intelligent Systems Design and Applications, pp.978–983.
- [6] Chang, W.-L., 2008, CoLeP: An Agent-Based Collaborative System for Pervasive Learning. Fifth International Conference on Information Technology: New Generations (itng 2008), (151), pp.1148–1149.
- [7] Garro, A. and Palopoli, L., 2003, An xml multi-agent system for e-learning and skill management. ... , Infrastructures, Tools, and Applications for E- ..., pp.283–294.
- [8] Hu, N., Liu, L. and Zhang, J., 2007, Analyst Forecast Revision and Market Sales Discovery of Online Word of Mouth. 2007 40th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'07), p.210c–210c.
- [9] Jenderal, D. and Menengah, P., 2013, MODEL RAPOR SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN (SMK) Direktorat Pembinaan SMK Direktorat Jenderal Pendidikan Menengah Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- [10] López-Ortega, O. and Rosales, M.-A., 2011, An agent-oriented decision support system combining fuzzy clustering and the AHP. Expert Systems with Applications, 38(7), pp.8275–8284. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0957417411000285> [Accessed November 6, 2014].
- [11] Pandey, N., 2012, Learning Algorithms For Intelligent Agents Based E- Learning System. , pp.1034–1039.
- [12] SEMBIRING, E.B. and Azhari, D., 2013, Metode Naive Bayes Classifier Untuk Penentuan Jenis Masalah Mahasiswa Menggunakan Teknologi Agen. Universitas Gadjah Mada.
- [13] SERCE, F.C., 2008, A MULTI-AGENT ADAPTIVE LEARNING SYSTEM FOR DISTANCE EDUCATION. THE MIDDLE EAST TECHNICAL UNIVERSITY.
- [14] Soleymani Baghshah, M., Bagheri Shouraki, S. and Lucas, C., 2008, An agent-based clustering algorithm using potential fields. 2008 IEEE/ACS International Conference on Computer Systems and Applications, pp.551–558.
- [15] Song, J., Chen, W. and Gao, D., 2011, The Adaptive On-line Exam System Based on Agent. 2011 International Conference on Future Computer Science and Education, pp.576–579.
- [16] Tamayo, S. and Pérez-marín, D., 2012, An Agent Proposal for Reading Understanding Applied to the Resolution of Maths problems.
- [17] Valentini, G., 1992, Introduction to clustering methods for gene expression data analysis, Milan.
- [18] Wahono, R.S., 2001, Pengantar Software Agent: Teori dan Aplikasi Romi. Proceedings of the IECI Japan Workshop 2001, 3(1), pp.3–21.
- [19] Wooldridge, M., 2002, An Introduction to Multiagent Systems, 2nd edition, John Wiley dan Sons Ltd, Great Britain