

PENGIDENTIFIKASIAN SEGMENTASI PENGGUNA SISTEM MANAJEMEN PEMBELAJARAN SEBUAH UNIVERSITAS DENGAN METODE *TWO-STEP CLUSTERING*

Agus Rachmad Purnama^{1*} dan Aisyah Larasati²
Teknik Industri, Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo^{1*}
Teknik Industri, Universitas Negeri Malang²
*e-mail: agus_purnama.tin@unusida.ac.id

Abstract

This study aims to identify user segmentations of a learning management system at Universitas Negeri Malang using two-step clustering method. Data is collected through an on-line survey which is linked onto the academic information systems. Total number of data are 10.594 responses. This study runs three clustering methods, two-step, k-means, and kohonen clustering, in order to identify the user segmentation. Two-step clustering methods performs better than the other two clustering methods (k-means and kohonen) based on silhouette clustering index. The number of cluster resulted from two-step clustering method are three clusters. The top three of most important factors in identifying the user segmentation are the benefit of the learning management usage in helping to access information, increasing the effectiveness of accomplishing assignments, and students satisfaction on the learning management system services.

Keywords: Learning Management System, Two-Step Clustering, User.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan identifikasi atas segmentasi pengguna dari sistem manajemen pembelajaran di Universitas Negeri Malang. Data dikumpulkan melalui sebuah survei secara daring yang dihubungkan ke sistem informasi akademik. Total data yang berhasil dikumpulkan berjumlah 10.594 responden. Proses pengidentifikasian segmentasi pengguna pada penelitian ini dikerjakan dengan menggunakan tiga metode pengelompokan (clustering), meliputi: two-step, k-means, dan kohonen. Berdasarkan silhouette clustering index didapatkan bahwa Metode Two-step Clustering memberikan hasil yang relatif lebih baik jika dibandingkan dua metode pengelompokan lainnya (k-means dan kohonen). Dengan menggunakan Metode Two-step Clustering dihasilkan 3 (tiga) cluster segmentasi pengguna sistem manajemen pembelajaran. Pada penelitian ini didapatkan bahwa tiga faktor terpenting dalam melakukan pengidentifikasian segmentasi pengguna sistem dimaksud adalah manfaat yang didapatkan dari penggunaan manajemen pembelajaran dalam membantu untuk mengakses informasi, meningkatkan keefektifan penyelesaian tugas, dan kepuasan mahasiswa atas layanan sistem manajemen pembelajaran.

Kata kunci: Sistem Manajemen Pembelajaran, Two-Step Clustering, Pengguna.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan kemajuan teknologi informasi dan komunikasi yang sangat cepat di era ini telah mempengaruhi berbagai aspek kehidupan manusia termasuk didalamnya berpengaruh pada bidang pendidikan. Kemajuan teknologi informasi telah digunakan dalam melakukan inovasi atas proses pembelajaran dari proses pembelajaran lama yang dilakukan secara manual dan tatap muka di depan kelas menjadi proses belajar mengajar yang berbasis sistem daring (*on-line based learning system*) atau yang lebih dikenal dengan istilah *E-learning*. Dalam sistem *E-learning* materi-materi pembelajaran di-unggah/dimasukkan ke dalam sistem elektronik dan pengguna (*user*) dapat mengakses materi tersebut. Sistem *E-learning* bekerja dengan menggabungkan dan mensinergikan teknologi, informasi, layanan, pendidikan, dan proses pembelajaran agar setiap pengguna sistem dapat mengakses secara mudah setiap informasi yang dibutuhkan. Informasi yang dapat disampaikan oleh sebuah sistem *E-learning* dapat berupa file teks, video, tautan jurnal, gambar, suara, dan bentuk lainnya. Untuk meningkatkan efisiensi dan efektifitas sebuah sistem *E-learning*, banyak institusi pendidikan menerapkan *Learning Management System* (LMS) (Zhang et al, 2004).

Suatu LMS dapat mengelola dan mengatur/mengorganisasikan berbagai aktifitas dalam suatu sistem *E-learning*, seperti pengelolaan materi pembelajaran, silabus dan deskripsi mata kuliah, rencana pembelajaran, tugas, ujian, kegiatan penerimaan mahasiswa baru, serta pengumuman, pesan dan lain-lain (Dalsgaard, 1997), yang kesemuanya itu

merupakan beberapa manfaat yang dapat diperoleh dari penerapan sebuah sistem manajemen pembelajaran (LMS) dan sistem *E-learning*. Beberapa universitas yang telah menerapkan LMS mengeluhkan tentang besarnya investasi awal untuk menerapkan sistem tersebut, akan tetapi diketahui terdapat beberapa keuntungan yang bisa didapatkan dengan penerapan LMS.

Pertama, LMS di klaim dapat memperbaiki efisiensi dalam proses belajar-mengajar (Coates et al, 2005). Ryan, Scott, Freeman dan Patel didalam Coates et al, (2005), mengatakan bahwa: pertama, LMS dapat membantu dalam mengidentifikasi dan menggunakan sumber daya, memfasilitasi penyelenggaraan kegiatan belajar-mengajar yang fleksibel, mendukung komunikasi (antara dosen dan mahasiswa), konferensi, kerja kolaboratif, penilaian (*assessment*), dan berbagai aktifitas lainnya serta dukungan manajemen peserta didik. Kedua, LMS memberikan janji bahwa proses pembelajaran mahasiswa akan diperkaya (Coates et al, 2005). Mahasiswa dapat memperoleh lebih banyak materi ajar dan sumber daya dengan memberikan ijin bagi mereka untuk mengakses sistem yang mampu secara otomatis dan adaptif menilai, menyiapkan, menyediakan informasi yang diinginkan, yang dapat diinisiasi dan dikelola secara mandiri, sehingga hal itu dapat memperkaya informasi yang dibutuhkan oleh mahasiswa (Coates et al, 2005). Ketiga, pendidik dan peserta didik dapat bertemu di dalam sebuah kelas virtual, dan pendidik juga tetap dapat memberikan perhatian atas aktivitas pembelajaran siswa mereka, dan siswa memiliki

fleksibilitas dalam mengakses dan belajar (Cavus et al, 2007).

Berkaitan dengan kebutuhan informasi perihal tingkat penerimaan mahasiswa atas teknologi informasi yang diterapkan dalam perbaikan proses belajar mengajar dengan model *E-learning* dalam bentuk SIPEJAR, dalam kasus ini dilakukan dengan metode pengelompokan (*clustering method*). Metode *Clustering* dapat menemukan kelompok data dengan mengidentifikasi pola unik dari data tersebut (Halkidi et al, 2001). Metode *Clustering* dapat menghasilkan kelompok data (*cluster*) berkualitas tinggi dengan kesamaan intra-kelas tinggi dan kesamaan antar-kelas rendah (Chen dan Chen, 2006), sehingga setiap *cluster* akan memiliki karakteristiknya sendiri. Ada beberapa algoritma yang tersedia untuk menjalankan metode *clustering*, seperti: *K-means*, *Kohonen Neural Network*, dan *Two-Step Algorithm*. *K-means* adalah sebuah metode analisis *cluster* yang digunakan untuk mempartisi/membagi sebuah kumpulan/*set* data atau observasi ke dalam k kelompok, dimana setiap kelompok memiliki jarak terdekat (*nearest means*) dengan centroid-nya (Singh et al, 2011), (Wagstaff et al, 2001). Algoritma kedua adalah *Kohonen Neural Network* atau disebut juga *Self-Organizing Map* (SOM). Algoritma ini adalah sebuah tipe sistem *Neural Network* (jaringan kerja *neural/syaraf*) yang menerapkan proyeksi non-linear dari *neural network* dan mentransformasikan *input* berdimensi tinggi menjadi susunan keluaran/ *output* berdimensi rendah (Kohonen et al., 1996). Algoritma ketiga adalah *Two-Step Clustering* yang merupakan sebuah algoritma yang dirancang untuk kumpulan/*set* data yang

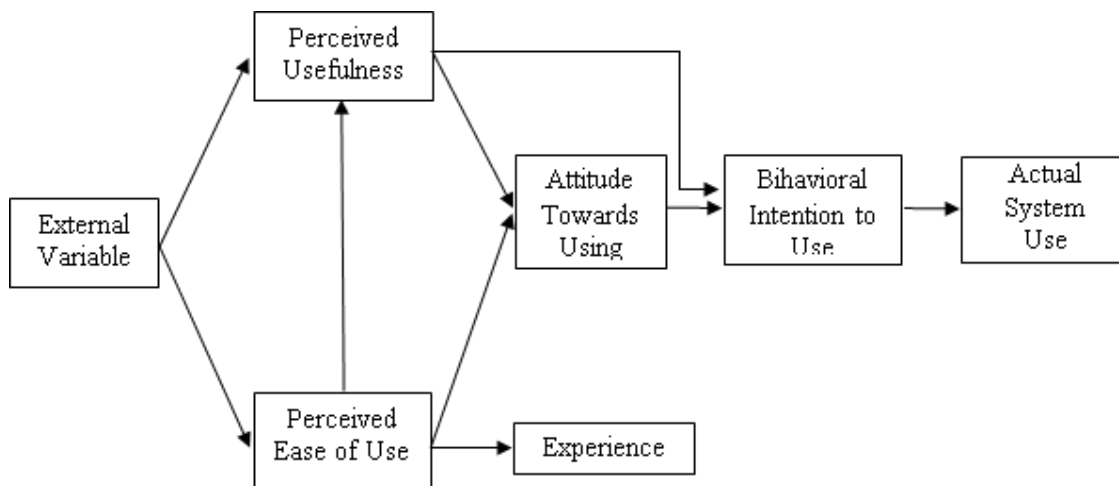
berukuran besar dan dapat secara otomatis menentukan jumlah kelompok (*cluster*) yang optimal (Schiopu, 2010).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data yang dikumpulkan melalui kuisisioner secara daring (*on-line*) yang tersedia melalui sistem informasi akademik (SIKAD). Kuisisioner tersebut bertujuan untuk menggali/mengeksplorasi persepsi pengguna terhadap berbagai aspek dalam sistem manajemen pembelajaran universitas yang disebut SIPEJAR. Kuisisioner tersebut terbuka dan dikumpulkan selama 3 (tiga) bulan. Kuisisioner pada penelitian ini difokuskan pada pertanyaan-pertanyaan tertutup. Total jumlah respon yang dapat digunakan dalam penelitian ini adalah 10.594 tanggapan. Daftar *item* pertanyaan sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 1 terdiri atas 27 daftar *item* pertanyaan dan 4 (empat) pertanyaan tentang profil responden. Daftar pertanyaan tersebut diadaptasi dan dihasilkan dari Teori *Technology Acceptance Model* (TAM) (Gambar 1), dimana Davis (1986) di dalam Trpkova dan Tevdovski (2009), dan di dalam Muniasamy et al, (2014), menyatakan bahwa TAM terdiri dari dua *element* utama, meliputi: persepsi kemudahan dalam penggunaan (*Perceived Ease of Use-PEOU*) dan persepsi kemanfaatan atau manfaat yang dirasakan (*Perceived Usefulness-PU*). PEOU adalah ketika orang percaya bahwa dengan menggunakan sebuah sistem tertentu akan memperbaiki kinerja mereka, sedangkan PU adalah ketika orang percaya dengan menggunakan sistem tertentu mereka memerlukan upaya atau usaha yang lebih ringan. Selain hal tersebut, terdapat

beberapa komponen lain dari TAM, meliputi: pengguna sistem aktual (Zhang et al, 2008), yang dipengaruhi secara langsung ataupun tidak langsung oleh niat perilaku pengguna untuk menggunakan (*Behavioral Intention to Use*-BI) dan ditentukan juga oleh sikap pengguna terhadap penggunaan (*the user's attitude towards using*) sistem dan persepsi mereka atas manfaat dan kemudahan penggunaan dari sistem (Park et al, 2011). Persepsi kemudahan dalam penggunaan (PEOU) juga dipengaruhi oleh pengalaman dalam penggunaan computer

(Trpkova dan Tevdovski, 2009). Dari setiap elemen TAM, pertanyaan dalam Tabel 1 dihasilkan, dimana untuk persepsi kemudahan penggunaan (PEOU) dihasilkan 11 pertanyaan, persepsi manfaat yang dirasakan (PU) dihasilkan 4 (empat) pertanyaan, elemen sikap terhadap penggunaan sistem 4 pertanyaan, elemen niat atau intensi perilaku untuk menggunakan sistem (BI) 3 (tiga) pertanyaan, elemen penggunaan sistem aktual 3 (tiga) pertanyaan, dan elemen pengalaman dalam penggunaan komputer 2 (dua) pertanyaan.



Gambar 1. Teori Dasar TAM (*Technology Acceptance Model*)

Tabel 1. Daftar *Item* Kuisisioner

Indikator	Item List
Profil Responden	4 pertanyaan profil
Kemudahan untuk <i>log in</i> dan <i>register</i> di SIPEJAR	Item 1 and 2
Keunggulan atau kemajuan teknologi SIPEJAR	Item 3
Kemudahan untuk mengakses SIPEJAR	Item 4, 22
Lokasi yang biasanya digunakan untuk mengakses SIPEJAR	Item 5
Jenis panduan operasional/penggunaan	Item 6
Frekuensi pengguna menggunakan fitur	Item 7, 16, 17
Kemudahan untuk mengoperasikan fitur SIPEJAR	Item 8, 9, 10
Layanan yang ditawarkan	Item 11, 12
Keefektifan penggunaan SIPEJAR	Item 13,14

Indikator	Item List
Manfaat menggunakan SIPEJAR	Item 15, 19
Tingkat kepuasan penggunaan fitur	Item 18, 24
Jenis informasi yang sering dicari oleh pengguna	Item 20
Frekuensi pencarian informasi melalui SIPEJAR	Item 21
Frekuensi kunjungan pengguna di SIPEJAR	Item 23
Tingkat informasi situs web	Item 25, 26
Berapa lama waktu yang digunakan pengguna	Item 27

Fase pertama dalam penelitian ini adalah menentukan algoritma yang paling sesuai dan terbaik diantara 3 (tiga) alternatif, *K-means*, *Two-Step*, dan *Kohonen Neural Network* untuk mengelompokkan karakteristik pengguna dari SIPEJAR. Metode *K-means clustering* terdiri atas 4 (empat) langkah (Singh et al, 2011) sebagai berikut: langkah pertama adalah memilih sebanyak k titik sebagai pusat *cluster* awal (“*mean*”). Kedua, setiap titik di dalam kelompok data (*dataset*) ditugaskan ke kelompok (*cluster*) terdekat berdasarkan jarak *Euclidean* antara tiap titik (*point*) dan tiap pusat *cluster*. Ketiga, tiap pusat *cluster* dihitung ulang sebagai rata-rata dari *point* dalam *cluster* tersebut. Langkah terakhir, ulangi langkah ke-2 dan ke-3 sampai *cluster* konvergen (*centroid* dari semua *cluster* yang terbentuk tidak berubah lagi). Parameter yang digunakan dalam *K-means* adalah jumlah *cluster*, penggunaan data yang dipartisi, dan iterasi maksimum.

Two-Step Clustering (pengelompokan dua langkah) terdiri dari beberapa langkah (Li dan Sun 2011). Pertama adalah langkah *pre-clustering* yang berisi pusat-pusat *cluster* yang disebut *cluster feature tree*. *Cluster feature tree* terdiri dari *node-node* dengan jumlah masukan yang berbeda. Kedua memecahkan nilai-nilai

yang tipikal/spesifik (*outlier*), akan tetapi langkah ini sifatnya adalah pilihan (opsional), dan langkah terakhir adalah tahap pengelompokan (*clustering stage*). Pada langkah ini *pre-cluster* diimplementasikan sebagai masukan (*input*) yang disebut *sub-cluster*. *Two-Step Clustering* termasuk dalam Metode *Agglomerative Hierarchical*, dimana jumlah *cluster* akan ditentukan secara otomatis, dan kemudian jarak ditentukan. Pada *Two-Step Clustering* jarak antar *cluster* ditentukan dengan jarak *Euclidean* jika variabelnya kontinyu, dan jarak *Log-likelihood* dapat digunakan baik untuk variabel kontinyu maupun kategorik. Pada *Two-Step Clustering*, walaupun asumsi normalitas tidak terpenuhi, metode ini dapat memberikan hasil yang baik. Parameter yang digunakan pada metode ini jumlah *cluster*, kriteria *cluster*, Metode *Feature Importance*, ukuran jarak, cabang maksimum simpul daun (*leaf node*), cabang maksimum bukan simpul daun (*non leaf node*), dan kedalaman pohon (*tree depth*) maksimum.

Kohonen Neural Network (KNN) terdiri dari tiga langkah (Yang et al, 2004) sebagai berikut: kompetisi, kerja sama (*co-operation*), dan adaptasi. Pertama nilai *input* dan *output* dibandingkan berdasar fungsi diskriminatif yang dipilih, hanya *neuron output* dengan hubungan

terdekat ke vektor *input* diberi label sebagai yang paling cocok dan diambil/digunakan. Metode ini melakukan iterasi atas semua *neuron* dan menemukan jarak *Euclidean* berdasarkan *neuron's weight* (Dragomir et al, 2014). Ada beberapa keuntungan melakukan pengelompokan (*clustering*) dengan KNN (Bianci et al, 2007) sebagai berikut: dimensi rendah dan struktur sederhana, pembelajaran tidak terarah atau tidak terawasi (*unsupervised learning*), properti terorganisir sendiri (*self-organized property*), dan mudah dipahami (Dragomir et al, 2014), dimana kualitasnya dievaluasi berdasarkan seberapa bagus peta (*map*), dan seberapa kuat hubungan antar obyek (Dragomir et al, 2014). Kelemahan dari penggunaan Metode KNN menurut Dragomir et al (2014) adalah sebagai berikut: 1) Kesulitan untuk mendapatkan data yang

tepat untuk menghasilkan peta (*map*), 2) Anda perlu membuat peta yang baik karena setiap KNN berbeda ketika menemukan kesamaan (*similarities*) dalam sampel. Parameter yang digunakan dalam KNN adalah nama model, gunakan data yang dipartisi, lanjutkan pelatihan model yang telah ada (*existing model*), tampilkan grafik umpan balik, *stop on, set random seed*, optimalkan dan tambahkan model *cluster*.

3. HASIL DAN DISKUSI

Penelitian ini menggunakan koefisien *silhouette* untuk memilih pendekatan terbaik dalam melakukan pengelompokan (*clustering*). Koefisien *silhouette* memiliki rentang nilai mulai dari -1 hingga 1. Semakin tinggi koefisien *silhouette*, semakin baik kinerja dari algoritma *clustering*. Model pendahuluan yang dihasilkan ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Model *Cluster* Pendahuluan (*Preliminary Cluster Model*)

<i>Cluster Model</i>	<i>Goodness (silhouette)</i>	Jumlah Clusters	Cluster Terkecil	Cluster Terbesar
Two-step	0,215	3	620	1972
K-means	0,181	5	276	1788
Kohonen	0,05	15	113	739

Tabel 2 menunjukkan algoritma dengan nilai *goodness of fit* terbaik adalah *two-step clustering* dengan nilai 0,215, dan berikutnya *k-means clustering* dengan 0,181, dan nilai *goodness of fit* terendah adalah *kohonen clustering* dengan nilai 0,05. Berdasarkan nilai tersebut, penelitian ini menerapkan *clustering* dengan nilai tertinggi, yaitu Metode *Two-Step Clustering*. Model pendahuluan (*preliminary model*) menunjukkan bahwa

Two-Step Clustering memberikan hasil nilai koefisien *silhouette* tertinggi, sehingga model utama dibangun menggunakan algoritma *two-step clustering*. Setelah menetapkan parameter *two-step*, didapatkan bahwa nilai koefisien *silhouette (goodness)* meningkat jadi 0,67. Adapun spesifikasi model yang dibangun dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 3.

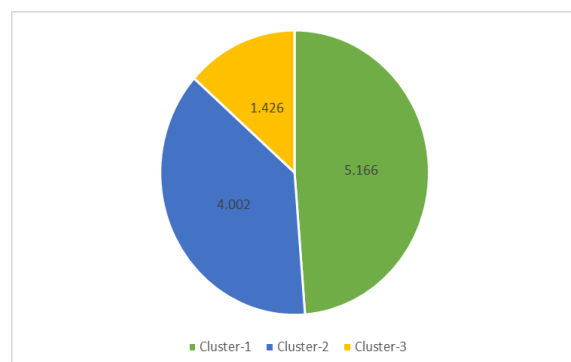
Tabel 3. Spesifikasi Model

Jumlah Minimum <i>Regular Clusters</i>	2
Jumlah Maksimum <i>Regular Clusters</i>	7
<i>Feature Importance Method</i>	Kriteria informasi (<i>Information Criterion</i>)
<i>Information Criterion</i>	<i>Bayesian Information Criterion (BIC)</i>
Ukuran Jarak (<i>Distance Measure</i>)	<i>Log-Likelihood</i>
<i>Leaf Node Maximum Branch</i>	8
<i>Non-Leaf Node Maximum Branches</i>	5
<i>Maximum Tree Depth</i>	3
Model	Jumlah <i>Regular Clusters</i> 3
Akhir	Jumlah <i>Outlier Clusters</i> 0
(<i>Final Model</i>)	<i>Categorical Inputs</i> Item 1, 2, 4, 5, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 22, 24, 25, 26, 27
	<i>Excluded Inputs</i> Item 19, 21, 8, 20, 7, 6, 3, 23
	<i>Number of records included</i> 10.594

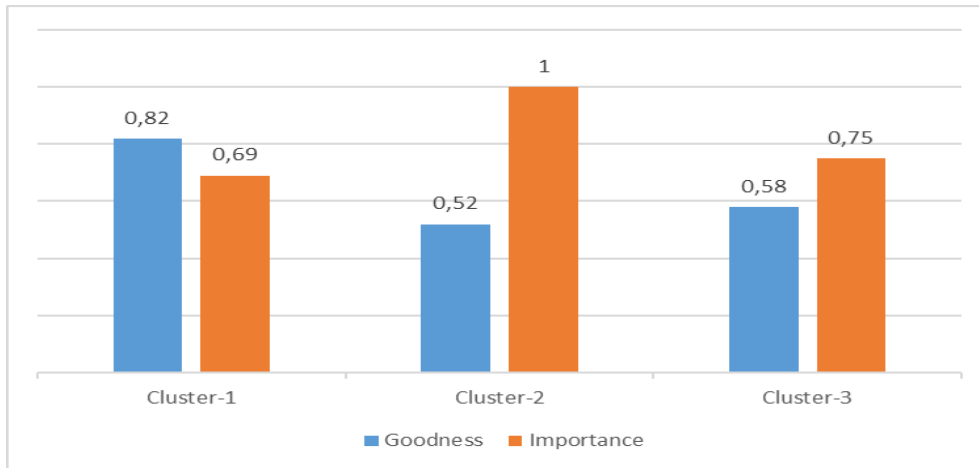
Tabel 3 menunjukkan jumlah optimal *cluster* yang didapatkan dengan menggunakan *two-step clustering* adalah 3 (tiga) *cluster*. Dari 27 item yang dimasukkan dalam kuisioner, 8 (delapan) item tidak termasuk *input (excluded inputs)* karena gagal memenuhi kriteria seleksi. *Input* yang dikecualikan memiliki sedikit atau tidak terdapat potensi untuk memperbaiki kebaikan model keseluruhan (*overall model goodness*) untuk model akhir (*Final Model*).

Hasil distribusi *cluster* menggunakan *Two-Step Clustering* dapat dilihat pada Gambar 2, dan kualitas model diukur berdasarkan koefisien *silhouette* sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3. Pada Gambar 3 ditunjukkan *cluster* 1 memiliki *model goodness* tertinggi, sedangkan *cluster* 2 memiliki *goodness* terendah. Seluruh *cluster* sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 3 dapat diklasifikasikan sebagai *cluster* yang baik, karena ketiga *cluster* tersebut memiliki koefisien *silhouette* antara 0,5-1,0 yang

mengindikasikan bahwa masing-masing *cluster* memiliki kohesi dan separasi atau pemisahan yang cukup baik. Disamping hal tersebut, karena semua nilai derajat kepentingan (*importance*) yang diperoleh setiap *cluster* antara 0,6-1,0, kohesi *cluster* juga dikategorikan baik. Kohesi terbaik ditunjukkan oleh *cluster* 2, sedangkan kohesi terkecil ditunjukkan oleh *cluster* 1 dengan nilai *importance* 0,69. Pada algoritma ini dihasilkan koefisien *silhouette* keseluruhan (*overall silhouette coefficient*) adalah 0,67, yang juga mengindikasikan bahwa *overall cluster model goodness* adalah baik.



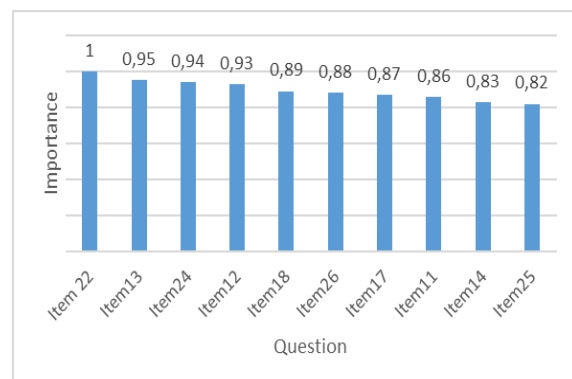
Gambar 2. Distribusi Cluster



Gambar 3. Kualitas Model

Pada Gambar 4 ditunjukkan fitur tingkat atau derajat kepentingan (*feature importance*) yang mengindikasikan *level* atau tingkat kepentingan setiap item (kuisisioner atau pertanyaan) didalam model. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *item 22*, yaitu pertanyaan tentang tingkat kemudahan mengakses informasi kuliah dalam kegiatan perkuliahan adalah *item* yang paling penting untuk membentuk model *cluster* secara keseluruhan. Hal ini berarti bahwa para mahasiswa di setiap *cluster* merasakan tingkat kemudahan yang berbeda dalam mengakses informasi kuliah menggunakan SIPEJAR. *Item* terpenting ke-2 adalah *Item 13*, yang berkaitan dengan efektifitas penggunaan SIPEJAR. *Item 13* ini mengindikasikan bahwa para mahasiswa yang berasal dari *cluster* yang berbeda memiliki pengalaman tingkat efektifitas yang berbeda dalam memanfaatkan SIPEJAR untuk membantu mereka mengerjakan tugas. *Item* terpenting ke-3 adalah *item 24* yang menunjukkan tingkat kepuasan pengguna SIPEJAR ketika mengoperasikan fitur yang tersedia dalam SIPEJAR, hal ini menunjukkan bahwa pengguna SIPEJAR dari *cluster* yang berbeda merasakan

tingkat kepuasan yang berbeda ketika menggunakan SIPEJAR, sehingga penting bagi universitas untuk mengidentifikasi atau mengenali *cluster* pengguna yang memiliki pengalaman tingkat kepuasan terendah.

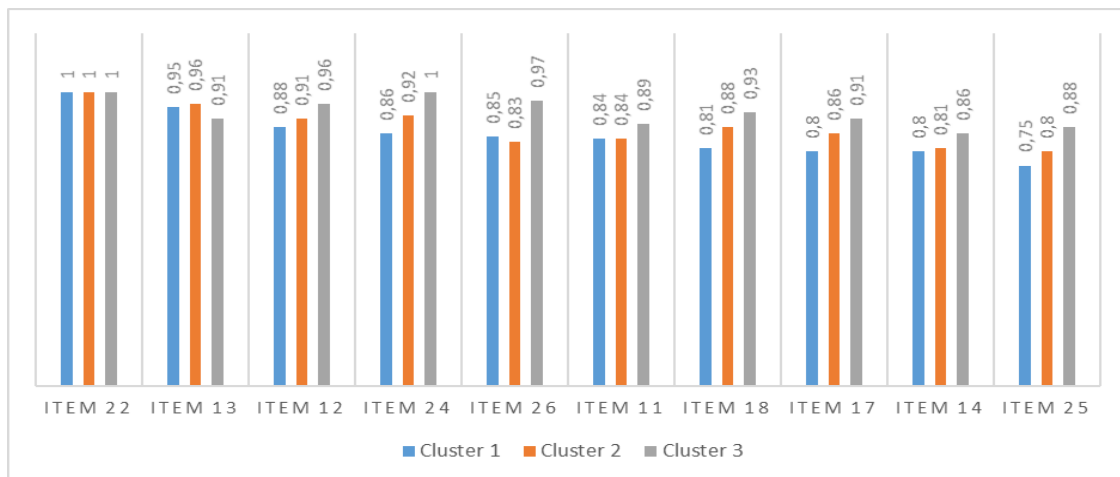


Gambar 4. 10 Item Fitur Terpenting dari Keseluruhan Cluster

Gambar 5 menunjukkan tingkat pentingnya *item-item* (kuisisioner) dalam tiap *cluster* (*cluster 1, 2, dan 3*), dan diikuti dengan nilai pusat *cluster* di Tabel 4. Jumlah *item* (pertanyaan) di tiap *cluster* adalah 19 *item*. Dalam kasus ini, nilai pusat terbesar yang digunakan adalah 5,00. Untuk *cluster 1* nilai pusat rata-rata dari seluruh *item* adalah 4 (baik/puas/easy/helpful, dll). *Item 22* (SIPEJAR memungkinkan mahasiswa

untuk mengakses informasi untuk keperluan pembelajaran dengan lebih mudah), *Item 13* (SIPEJAR membantu mahasiswa untuk mengerjakan tugas lebih efektif), dan *item 12* (SIPEJAR memenuhi kebutuhan mahasiswa terhadap sumber daya atau bahan-bahan pembelajaran) berkontribusi sebagai tiga karakteristik yang paling membedakan atau dominan dari *cluster* pertama dengan nilai pusat 4,00, sedangkan untuk variabel yang memiliki kontribusi karakteristik pembeda dari *cluster 1* dengan kategori tiga terendah adalah *item 15*, *27*, dan *5*

dengan nilai pusat 2,00. *Item 15* berkaitan dengan jenis manfaat terbesar menggunakan SIPEJAR, *Item 27* tentang rata-rata waktu yang digunakan atau dihabiskan ketika menggunakan SIPEJAR, dan *item 5* adalah tempat atau lokasi ketika menggunakan SIPEJAR. Disamping hal tersebut, temuan penting lain dari *cluster 1* adalah pengguna di *cluster* ini merasa tidak puas ketika mengoperasikan fitur-fitur yang tersedia di SIPEJAR, sehingga penting untuk mengevaluasi fitur yang tersedia yang biasa digunakan oleh mahasiswa.



Gambar 5. Feature Importance dalam Cluster

Tabel 4. Pusat Cluster

Input	Cluster 1 Center	Cluster 2 Center	Cluster 3 Center
Item 1	4	4	5
Item 2	4	4	5
Item 4	2	2	1
Item 5	2	3	1
Item 9	5	5	4
Item 10	4	4	5
Item 11	4	3	5
Item 12	4	3	5
Item 13	4	3	5
Item 14	4	3	5
Item 15	2	2	1
Item 16	2	2	5
Item 17	4	3	5

Input	Cluster 1 Center	Cluster 2 Center	Cluster 3 Center
Item 18	4	3	5
Item 22	4	3	5
Item 24	2	3	1
Item 25	4	3	5
Item 26	4	3	5
Item 27	2	2	2

Karakteristik *cluster 2* pada Tabel 4 menunjukkan rata-rata nilai pusat dari item adalah 3 (normal/*little bit difficult/fit enough/cukup membantu/cukup puas*, dan lain-lain). Tiga variabel teratas dari *cluster 2* yang merupakan karakteristik pembeda adalah *item 22*, (SIPEJAR memungkinkan mahasiswa untuk mengakses informasi untuk keperluan pembelajaran dengan lebih mudah), *item 13* (SIPEJAR membantu mahasiswa untuk mengerjakan tugas lebih efektif), *item 24* (kepuasan mahasiswa terhadap layanan SIPEJAR) dengan pusat 3,00. Hasil ini menunjukkan bahwa *cluster* ini didominasi oleh mahasiswa yang berada di posisi netral, mereka tidak merasakan perasaan positif, tidak juga merasakan perasaan negatif ketika menggunakan SIPEJAR. Variabel yang berkontribusi tiga terendah sebagai karakteristik pembeda adalah *item 15* (jenis manfaat terbesar menggunakan SIPEJAR), *item 27* (rata-rata waktu yang digunakan atau dihabiskan ketika menggunakan SIPEJAR), dan *item 5* (tempat atau lokasi ketika menggunakan SIPEJAR), dengan nilai pusat 2,00.

Cluster terakhir adalah *cluster 3*, dengan rata-rata nilai pusat dari *item* mulai dari 1,00 sampai 5,00. Tiga variabel teratas yang memiliki pengaruh terbesar bagi *cluster* ini adalah *item 24* (nilai pusat 1,0), *item 22* (nilai pusat 5,0) dan *item 26* (5,0), sedangkan 3 variabel terendah

adalah *item 15* (nilai pusat 1,0), *item 5* (nilai pusat (1,0) dan *item 27* (nilai pusat 2,00).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan koefisien *silhouette* yang diperoleh atas tiga algoritma yang dibandingkan (*K-means*, *Kohonen Neural Network*, dan *Two-Step Clustering*), disimpulkan bahwa algoritma *two-step clustering* memiliki nilai *silhouette* tertinggi, dan hal ini berarti hasil tersebut mengindikasikan bahwa keseluruhan *cluster* yang dihasilkan dari algoritma *two-step* memiliki kohesi dan separasi yang lebih baik dari hasil pengelompokan data (*clustering*) yang menggunakan Algoritma *K-means* dan *Kohonen Neural Network*.

Algoritma *Two-Step* menyiratkan bahwa pengguna dari sistem manajemen pembelajaran di Universitas Negeri Malang dapat dibagi dalam tiga kelompok/kelas, dan setiap kelas tersebut memiliki karakteristik sendiri-sendiri. Kelompok atau kelas pertama, secara umum berpikir bahwa SIPEJAR membuat mereka mudah untuk mengakses informasi kuliah, penggunaan SIPEJAR membantu meningkatkan keefektifan dalam mengerjakan tugas kuliah, merasa bahwa layanan SIPEJAR dapat memenuhi kebutuhan informasi dan sumber daya (bahan-bahan/materi) pembelajaran, merasa bahwa manfaat terbesar dari

SIPEJAR adalah bisa secara cepat dan mudah mendapatkan materi-materi kuliah, menghabiskan/membutuhkan waktu 5-15 menit dalam sekali kunjungan/akses ke situs Web SIPEJAR, dan biasanya mereka mengakses SIPEJAR dalam lingkungan kampus.

Kelas/kelompok kedua, berpikir bahwa agak mudah untuk mengakses informasi kuliah, SIPEJAR cukup membantu untuk meningkatkan keefektifan dalam mengerjakan tugas-tugas kuliah, merasa cukup puas dengan layanan SIPEJAR, dan biasanya mereka mengakses SIPEJAR dari rumah

Kelas/kelompok ketiga merasa bahwa sangat mudah untuk mengakses informasi kuliah, tidak puas dengan layanan SIPEJAR, merasa bahwa antarmuka pengguna (*user interface*) SIPEJAR sangat mudah untuk dioperasikan, dan biasanya mereka mengakses SIPEJAR di dalam ruang kelas selama proses perkuliahan.

Beberapa implikasi manajerial dari temuan ini adalah temuan tentang kemudahan dalam mengakses sistem yang mencakup kemudahan untuk mendapatkan informasi tentang materi kuliah, kemudahan untuk mengerjakan dan mengumpulkan tugas dari dosen, dan antarmuka pengguna (*user interface*) sangat mudah untuk dioperasikan. Apabila pengguna SIPEJAR telah merasakan kenyamanan dengan tawaran layanan yang tersedia dan disajikan SIPEJAR, maka pengguna akan puas saat menggunakan/mengoperasikan SIPEJAR, dan hal ini akan sangat berpengaruh besar terhadap tingkat penggunaan SIPEJAR oleh *user* (pengguna). Dengan informasi ini, SIPEJAR diharapkan dapat secara konsisten memberikan kenyamanan

kepada mahasiswa sebagai pengguna sistem, baik dalam hal senantiasa melakukan perbaikan berkelanjutan atas antarmuka pengguna (*user interface*) dari situs web SIPEJAR, ataupun dalam hal meningkatkan fitur-fitur yang ditawarkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bianchi, D., Calogero, R., dan Tirozzi, B. (2007). Kohonen Neural Networks and Genetic Classification,” *Math. Comput. Model*, Vol. 45, no. 1–2, pp. 34–60.
- Cavus, N., Uzunboylu, H., dan Ibrahim, D. (2007). Assessing the Success Rate of Students Using a Learning Management System Together with a Collaborative Tool in Web-Based Teaching of Programming Languages. *Journal of Educational Computing Research*, 36(3), 301–321.
- Chen, A. P., dan Chen, C. C. (2006). A new efficient approach for data clustering in electronic library using ant colony clustering algorithm. *Electron. Libr.*, Vol. 24, No. 4, pp. 548–559.
- Coates, H., James, R., dan Baldwin, G. (2005). A Critical Examination of the Effects of Learning Management Systems on University Teaching and Learning. *Tert Educ Manag* **11**, 19–36 (2005).
- Dalsgaard, C. (1997). European journal of open and distance learning EURODL. *Eur. J. Open, Distance E-Learning*, Vol. 9, no. 2, pp. 1–7, 1997.
- Dragomir, O. E., Dragomir, F., dan Radulescu, M. (2014). Matlab application of Kohonen Self-Organizing Map to Classify

- Consumers' Load Profiles. *Procedia Comput. Sci.*, Vol. 31, pp. 474–479.
- Halkidi, Maria, Batistakis, Yannis & Vazirgiannis, Michalis. (2001). On Clustering Validation Techniques. *Journal of Intelligent Information Systems*.
- Kohonen, T., Oja, E., Simula, O., Visa, A. dan Kangas, J. (1996). Engineering applications of the self-organizing map. *Proc. IEEE*, Vol. 84, No. 10, pp. 1358–1383, 1996, Doi: 10.1109/5.537105.
- Li, H. and Sun, J. (2011). Mining Business Failure Predictive Knowledge using Two-Step Clustering. *African J. Bus. Manag.*, Vol. 5, No. 11, pp. 4107–4120. DOI: 10.5897/AJBM10.158
- Muniasamy, V., Ejalani, I. Magboul, dan Anandhavalli, M. (2014). Prediction of Learner Perception and Acceptance of E-Learning System for Learning with TAM (Technology Acceptance Model) in King Khalid University, Kingdom of Saudi Arabia. *Int. J. Emerg. Technol. Adv. Eng. Website www.ijetae.com ISO Certif. J.*, Vol. 9001, No. 9, pp. 94–99.
- Park, S. Y., Nam, M. W., dan Cha, S.B., (2011). University Students' Behavioral Intention to Use Mobile Learning: Evaluating the Technology Acceptance Model. *Br. J. Educ. Technol.*, Vol. 43, No. 4, pp. 592–605.
- Schiopu, D. (2010). Applying Two-Step Cluster Analysis for Identifying Bank Customers' Profile. Vol. LXII, No. 3, pp. 66–76, 2010.
- Singh, K., Malik, D., dan Sharma, N. (2011). Evolving Limitations in K-Means Algorithm in Data Mining and Their Removal. *IJCEM Int. J. Comput. Eng. Manag. ISSN*, vol. 12, no. April, pp. 2230–7893.
- Trpkova, M. dan Tevdovski, D. (2009). Twostep cluster analysis: Segmentation of Largest Companies in Macedonia," *Challenges Anal. Econ. Businesses, Soc. Prog.*, pp. 302–320.
- Wagstaff, K., Cardie, C., Roger, S., dan Schroedl, S. (2001). Constrained K-means with background knowledge. pp. 577–584, 2001, doi: 10.1109/TPAMI.2002.1017616.
- Yang, B. S., Han, T., dan An, J. L. (2004). ART-KOHONEN neural Network for Fault Diagnosis of Rotating Machinery," *Mech. Syst. Signal Process*, Vol. 18, No. 3, pp. 645–657.
- Zhang, D., Zhao, J. L., Zhou, L., dan Nunamaker, J. F. (2004). Can e-Learning Replace Classroom Learning? *Communications of the ACM*, 47(5), 75-79.
- Zhang, S., Zhao, J., dan Tan, W. (2008). Extending TAM for Online Learning Systems: An Intrinsic Motivation Perspective. *Tsinghua Sci. Technol.*, Vol. 13, No. 3, pp. 312–317.