

TWO LEVEL CLUSTERING UNTUK ANALISIS KUESIONER AKADEMIK DI STTA YOGYAKARTA

Harliyus Agustian*¹, Sri Hartati², Aina Musdholifah³

¹Mahasiswa Program Studi S2 Ilmu Komputer, FMIPA UGM, Yogyakarta

²Staf Pengajar Program Studi S2 Ilmu Komputer, FMIPA UGM, Yogyakarta

³Staf Pengajar Program Studi S2 Ilmu Komputer, FMIPA UGM, Yogyakarta

e-mail: *¹h4rlivus@gmail.com, ²shartati@ugm.ac.id, ³aina_m@ugm.ac.id

Abstract

To maintain the quality of lecturers, the institution conducts the evaluation of the consistency of the level of satisfaction of the teaching process such as academic questionnaire. However the academic questionnaire result sometimes are subjective. To overcome the problem, the academic questionnaire result must be checked with other academic data by clustering. Therefore, the development an application using two-clustering approach with k-means and average linkage clustering is needed in order to study the relationship of characteristic of the student academic ability with the student assessment of the teaching quality of lecturer. The research model is a two level clustering model with two cluster stage, k-means and average linkage clustering method. The model is used to classify student data into several clusters based on student academic ability. Then, the data of cluster academic result is clustered based on the questionnaire answer. The research result shows that the optimal for the first level clustering is two clusters with the cluster formed is the student with the academic ability which is good and enough, the second level clustering is two and three cluster with the cluster formed is the student feel satisfied, quite satisfied and not satisfied to the teaching process in the classroom. The interpretation result for academic clustering so that the student feel of the teaching process of lecturer has no differents between two academic cluster.

keywords: *Two level clustering, K-means clustering, Average linkage*

Abstrak

Untuk menjaga kualitas dosen, institusi melakukan evaluasi kinerja dosen yang dapat berupa kuesioner akademik dimana kadang hasilnya bersifat subyektif. Untuk itu perlu dilakukan pengecekan konsistensi tingkat kepuasan proses pengajaran dari hasil pengisian kuesioner dengan data akademik lainnya dengan pendekatan *clustering*. Untuk mengatasi hal tersebut dilakukan penelitian yang bertujuan untuk membangun sebuah aplikasi yang menerapkan pendekatan *two level clustering* dengan *k-means* dan *average linkage clustering* untuk mengetahui tingkat perbedaan kualitas proses belajar mengajar dosen menurut mahasiswa yang telah dikelompokkan berdasarkan data akademis. Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah model *two level clustering* dengan dua tahapan *cluster* yaitu metode *k-means* dan *average linkage clustering*. Model ini digunakan untuk mengelompokkan data mahasiswa menjadi beberapa *cluster* berdasarkan data akademis mahasiswa dalam satu matakuliah sehingga data hasil *cluster* akademis dapat diklaster kembali berdasarkan jawaban kuesioner mahasiswa untuk setiap anggota *cluster* akademis. Hasil *clustering* level pertama menunjukkan jumlah *cluster* yang optimal adalah 2 dengan *cluster* yang terbentuk adalah mahasiswa dengan kemampuan akademis yang baik dan cukup, sedangkan jumlah *cluster* yang optimal untuk *clustering* level kedua adalah 2, dengan *cluster* yang terbentuk adalah mahasiswa merasa puas, cukup puas atau tidak puas terhadap proses pengajaran di kelas. Hasil interpretasi *clustering* akademik terhadap tingkat kepuasan mengajar dosen menunjukkan hasil yang sama diantara 2 cluster akademik.

Kata kunci : *Two level clustering, K-means clustering, Average linkage*

1. Pendahuluan

Dalam meningkatkan mutu dan kualitas dari mahasiswa, dosen memiliki peranan penting dalam membimbing, mengarahkan dan mengajarkan mahasiswa untuk menjadi lebih baik. Untuk menjaga kualitas dosen, institusi secara rutin melakukan monitoring dan evaluasi kinerja dosen yang dilakukan unit penjaminan mutu. Dalam monitoring dan evaluasi kinerja dosen, banyak yang dijadikan penilaian yang akan dilakukan institusi salah satu komponen yang digunakan sebagai bahan penilaian oleh institusi adalah kuesioner.

Pada perkembangannya pengisian kuesioner yang diterapkan untuk mengetahui tingkat kepuasan mahasiswa terhadap hasil proses belajar mengajar bersifat subyektif, namun hasil tersebut tidak dapat menunjukkan tingkat kepuasan proses mengajar dapat seimbang untuk seluruh mahasiswa dengan kemampuan akademis yang berbeda-beda, sehingga perlu dilakukan pengecekan konsistensi kualitas dosen dari hasil pengisian kuesioner dengan kemampuan akademis mahasiswa.

Pengolahan data kuesioner dan pengecekan konsistensinya dengan data akademik diperlukan suatu pendekatan algoritma seperti *clustering*. *Clustering* adalah pembagian data ke dalam kelompok homogen yang disebut *cluster*. Setiap kelompok terdiri dari objek yang memiliki kesamaan yang lebih besar antara objek lain dalam kelompoknya sendiri dibandingkan dengan objek dalam kelompok lain (Gu dan Lu, 2012). Permasalahan yang banyak ditemui dalam *clustering* adalah untuk menentukan jumlah k *cluster* yang paling tepat atau masalah pemilihan model *cluster* (Cabanes dan Bennani, 2007). Pendekatan umum dari algoritma *clustering* adalah untuk menemukan pusat *cluster* yang akan mewakili setiap kelompok. Sebuah pusat *cluster* merupakan sebuah cara untuk mengatakan dimana letak titik pusat dari setiap *cluster*. Pusat *cluster* memungkinkan pengukuran kesamaan antara data dengan semua pusat *cluster* sehingga dapat menentukan *cluster* yang terdekat atau paling mirip. Beberapa algoritma *clustering* mengandalkan penentuan jumlah *cluster* terlebih dahulu. Dalam hal ini, algoritma mencoba untuk mengelompokkan data ke dalam sejumlah *cluster* tertentu. Beberapa contoh algoritma tersebut adalah *K-means* dan *Fuzzy C-Means* (Abdullah dan Feranie, 2014).

Clustering secara umum dapat dibagi menjadi dua yaitu *hierarchical clustering* dan *partitional clustering* (Tan *et al*, 2006). *K-means* merupakan metode pengklasteran secara *partitioning* yang mempartisi data yang ada ke dalam satu atau lebih jumlah *cluster*. *Average linkage* merupakan salah satu metode *clustering* data hirarki yang menghitung rata-rata jarak kedekatan antar *cluster* dengan *cluster* lainnya.

Sebelumnya, penelitian mengenai problem pengelompokkan dokumen dan kuesioner telah banyak dilakukan melalui berbagai model. Misal penelitian Yuepeng *et al* (2007) menggunakan metode *hierarchical clustering* untuk menentukan penyebab kecelakaan yang berasal dari faktor fisiologis dan psikologis dengan menggunakan *two level clustering* untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kecelakaan dengan melakukan penyebaran kuesioner yang harus diisi oleh *driver*, penelitian Cabanes dan Bennani (2007) menggunakan pendekatan *two level clustering* untuk menyelesaikan permasalahan dalam menentukan jumlah k *cluster* yang paling tepat atau masalah pemilihan model *cluster* dengan pendekatan *SOM*, penelitian oleh Higgs, B. and Abbas, M (2013) memanfaatkan *two step segmentation and clustering* dalam mengevaluasi tingkah laku *driver* berdasarkan gaya mengemudi para *driver* saat membawa mobil sehingga dapat diketahui *driver* yang mengendarai mobil dengan resiko tinggi, sedang dan rendah dengan menggunakan pendekatan *k-means clustering*, Li *et al* (2011) melakukan penelitian mengenai tingkat kepuasan pasien terhadap pelayanan rumah sakit berdasarkan beberapa factor yaitu citra publik, lingkungan rumah sakit, etika medis dan tingkat manajemen dengan pengambilan data menggunakan kuesioner sebagai bahan dasar penelitian dengan memanfaatkan *k-means clustering* dalam mengelompokkan rumah sakit

kedalam beberapa level, Desipri *et al* (2014) melakukan penelitian tentang tingginya kosumsi listrik pelanggan dengan menggunakan pendekatan *clustering* dilakukan pemberian kuesioner untuk memahami perilaku pelanggan dan korelasi karakteristik pelanggandengan kosumsi listrik dengan pendekatan *chi-Square* dan Pearson dan penelitian Papadourakis (2013) melakukan penelitian dengan membandingkan hasil jawaban kuesioner dari 21 negara dengan pendekatan *clustering*.

Pada penelitian ini diusulkan *two level cluster* untuk mengelompokkan mahasiswa berdasarkan data akademis, sehingga dapat diketahui kelompok mahasiswa yang secara data akademisnya baik, sangat baik atau cukup, kemudian *dataset* hasil *cluster* data akademis tersebut diklaster kembali berdasarkan data penilaian kuesioner yang dilakukan mahasiswa untuk setiap *cluster* yang terbentuk, sehingga dapat diketahui mahasiswa yang memiliki data akademis yang baik juga memberikan hasil penilaian kuesioner yang menunjukkan kepuasan terhadap proses mengajar dosen di dalam pengajaran. Diharapkan dengan pendekatan *two level cluster* dimana diawal *cluster* akan menggunakan metode *k-means* untuk mengolah data awal berupa Indeks Prestasi Semester (IPSS) sebelumnya, Indeks Prstasi Kumulatif (IPK), absensi kehadiran mahasiswa dan nilai Ujian Akhir Semester (UAS), dengan data sampel untuk beberapa matakuliah sehingga membentuk beberapa *cluster* untuk setiap matakuliah. Pada tahap kedua data anggota hasil *cluster* pada tahap pertama akan digunakan dalam *cluster* tahap kedua dengan metode *average linkage* untuk mencari jarak kesamaan antar mahasiswa berdasarkan jawaban-jawaban kuesioner yang telah diinputkan.

Berdasarkan latar belakang diatas dapat dirumuskan suatu permasalahan untuk mengetahui perbedaan tingkat kepuasan mahasiswa dalam pengajaran berdasarkan kemampuan akademis yang dimiliki. Untuk mengatasi hal tersebut dilakukan penelitian yang bertujuan untuk membangun sebuah aplikasi yang menerapkan pendekatan *two level clustering* dengan *k-means clustering* dan *average linkage* untuk mengetahui tingkat perbedaan kualitas proses belajar mengajar dosen menurut mahasiswa yang telah dikelompokkan berdasarkan data akademis.

2. Metode Penelitian

Sistem ini dibangun untuk mengelompokkan mahasiswa berdasarkan data nilai akademis dan mencari pola kuesioner untuk setiap *cluster* akademis mahasiswa. Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah model *two level cluster* dengan dua tahapan *cluster* yaitu dengan metode *cluster k-means* dan *average linkage*. Model ini digunakan untuk mengelompokkan data mahasiswa menjadi beberapa *cluster* berdasarkan data nilai akademis mahasiswa dalam satu matakuliah sehingga data hasil *cluster* akademis dapat diklaster kembali berdasarkan jawaban kuesioner mahasiswa untuk setiap anggota *cluster* akademis.

Salah satu permasalahan dalam *clustering* adalah banyaknya variasi nilai satuan dalam setiap variabel yang akandi *cluster*, sehingga data awal yang digunakan perlu distandarisasikan untuk mendapatkan variabel dengan nilai satuan yang sama. Penelitian ini menggunakan standarisasi variabel pada penelitian Yuepeng dkk (2007).

$$S = (a_i - a_{\min}) / (a_{\max} - a_{\min}) \quad (1)$$

Keterangan :

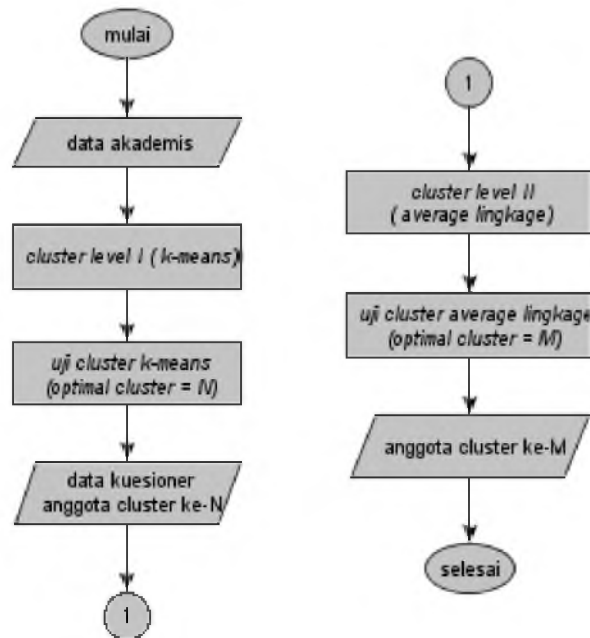
a_{\max} = Nilai maksimal dari variabel,

a_{\min} = Nilai minimal dari variabel,

a_i = Nilai data ke-i,

S = Standarisasi variabel.

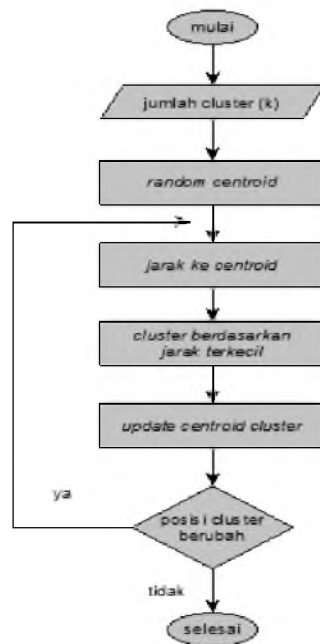
Proses standarisasi variabel dilakukan pada data awal untuk data akademis mahasiswa di tahap *cluster* pertama dan pada tahap *cluster* kedua dilakukan standarisasi pada data hasil kuesioner tingkat kepuasan mahasiswa terhadap dosen. Selanjutnya dataset tersebut dapat dilakukan proses *clustering*.



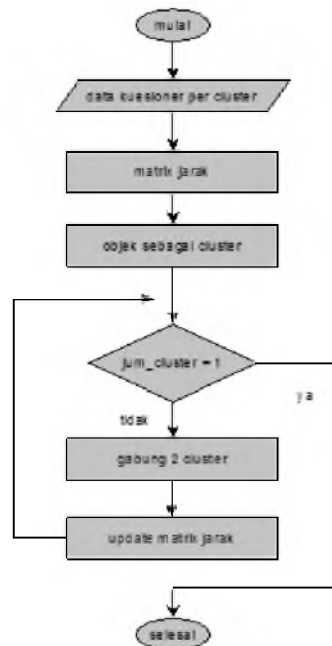
Gambar 1. Flowchart skema two level clustering

Skema yang dirancang adalah menggunakan pendekatan algoritma *two level clustering*. Rancangan flowchart *two level clustering* yang diusulkan dapat dilihat pada gambar 1. Dimana *cluster* tahap pertama menggunakan data nilai akademis mahasiswa yaitu IPK, IPSS, absensi dan nilai UAS sebagai atribut untuk setiap mahasiswa yang mengambil matakuliah yang sama, data tersebut dilakukan perhitungan menggunakan pendekatan algoritma *k-means clustering* untuk mencari hubungan jarak kedekatan antar mahasiswa sehingga membentuk beberapa *cluster* (misalkan $k=2$). Untuk mendapatkan jumlah optimal *cluster* pada tahap pertama akan diuji dengan metode validasi *silhouette index* dengan melakukan beberapa kali uji coba.

Selanjutnya data yang telah dikelompokkan pada *cluster* tahap kesatu, data-data yang berada pada setiap *cluster* akan dipergunakan pada *cluster* tahap kedua. Pada tahap kedua data di *cluster* dengan menggunakan pendekatan *average linkage clustering* yang akan dicari adalah hubungan jarak kedekatan antar mahasiswa berdasarkan 17 item pertanyaan kuesioner tentang tingkat kepuasan mahasiswa terhadap pengajaran dosen. Hasil *cluster* kedua didapatkan data mahasiswa yang memiliki tingkat kesamaan/kedekatan dalam mengisi jawaban kuesioner yang menunjukkan tingkat kepuasan sekelompok mahasiswa terhadap kualitas mengajar seorang dosen di kelas. Tahap akhir *clustering* dilakukan validasi hasil *cluster* untuk mendapatkan jumlah *cluster* yang optimal.

Gambar 2. Flowchart cluster level 1 *k-means clustering*

Dalam pengelompokan data pada level 1 akan fokus pada mencari kedekatan setiap mahasiswa berdasarkan atribut-atribut akademis mahasiswa yaitu IPK, IPSS, absensi dan nilai UAS untuk menilai kemampuan akademis mahasiswa yang mengambil matakuliah yang sama, sehingga dapat dikelompokkan kedalam beberapa kelompok mahasiswa berdasarkan nilai akademisnya. Pendekatan *k-means clustering* digunakan untuk mengelompokkan beberapa mahasiswa yang memiliki kedekatan yang paling minimum antar atribut nilai akademis. Proses *k-means clustering* ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 3. Flowchart average linkage

Selanjutnya dalam pengelompokan data level 2 peneliti menggunakan data anggota hasil *cluster* akademis mahasiswa pada tahap pertama. *Cluster* tahap kedua dilakukan dengan metode hirarki yaitu dengan metode *average linkage* untuk mengelompokkan data hasil kuesioner mahasiswa. Proses *cluster average linkage* dapat dilihat pada Gambar 3.

Metode *clustering* yang dirancang diimplementasikan dalam bentuk sebuah aplikasi untuk mendukung penelitian ini. Aplikasi dikembangkan dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP sebagai pemroses algoritma *cluster k-means* dan *average linkage*. Perangkat lunak pendukung yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi metode *clustering* dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) Sistem Operasi *Windows 8*, (2) *Xampp* dan *MySQL*, (3) *Mozilla Firefox 28*, (4) Aplikasi *R Code /R Studio*

Visualisasi sebaran data seluruh dataset, hasil *clustering* dan uji validasi *cluster* menggunakan *R Studio*. Data file hasil *clustering* yang berisi titik data dan *cluster* dimana titik data menjadi anggota, diekstrak terlebih dahulu ke dalam fungsi *Read CSV* atau disimpan sementara dalam database. Setelah itu dilakukan proses mereduksi dimensi setiap dataset menjadi 2 (dua) dimensi dengan menggunakan fungsi *Principle Component Analysis* dengan komponen *library factoria*, *clvvalid* dan *RMySQL* sebagai tambahan pada *Rstudio* agar dapat menghasilkan visualisasi *cluster* yang lebih baik. Setiap data yang telah menjadi 2 (dua) dimensi kemudian diolah kembali untuk menghasilkan visualisasi sebaran data seperti yang telah ditampilkan. Sedangkan hasil uji validasi akan menampilkan grafik uji validasi setiap jumlah dalam *cluster* yang di uji coba pada level 1 *clustering* dan level 2 *clustering*. Aplikasi database *MySQL xampp* digunakan untuk mengambil dataset awal untuk di proses dalam *clustering*.

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1. Pengujian Hasil *K-means Clustering*

Pengujian *k-means clustering* dilakukan dengan menguji dataset yang ada dalam beberapa *cluster* untuk mendapatkan jumlah *cluster* yang paling optimal. Penentuan jumlah *cluster* dilakukan dengan menguji dengan alat ukur, yaitu *silhouette index* dimana dilakukan 10 kali percobaan. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai yang terbaik dari hasil uji dari alat ukur yang digunakan, sehingga diketahui hasil *cluster* yang lebih stabil bila dilakukan dalam beberapa kali percobaan dengan dataset yang sama.

Hasil *clustering* data akademis mahasiswa dengan metode *k-means* dengan atribut IPK, IPSS, nilai UAS dan absensi kehadiran mahasiswa, dimana dataset yang diujikan berdasarkan data tahun akademik 2015, semester 2 dan banyaknya matakuliah yang diuji ada 5 matakuliah pada prodi Teknik Penerbangan (TP). Hasil pengujian dataset akan ditampilkan berdasarkan hasil uji validasi dengan alat ukur *silhouette index* dengan banyaknya jumlah *cluster* dari 2 sampai dengan 10 *cluster*. Dari hasil pengujian untuk semua mata kuliah didapat jumlah *cluster* optimal adalah 2.

Tabel 1. Optimal jumlah *cluster* seluruh matakuliah dengan *silhouette index*

No.	Matakuliah	Jumlah Data	Silhouette Index	
			Nilai	Optimal Cluster
1	Mekanika Fluida	196	0.4653	2
2	Menggambar Teknik	179	0.4187	2
3	Kewarganegaraan	169	0.3236	2
4	Elektrik dan Elektronika	154	0.3599	2
5	Teknik Pengukuran Terbang	108	0.6584	2

3.2. Interpretasi hasil *k-means clustering*

Interpretasi hasil *cluster* diukur dengan menggunakan data asli dari data-data yang telah dikelompokkan dengan mengekstrak data akademis yang dimiliki mahasiswa dengan menghitung nilai rata-rata untuk setiap atribut akademis yaitu IPSS, IPK, Absensi dan nilai UAS untuk setiap *cluster*, sehingga dapat menggambarkan dan menginterpretasikan *cluster* 1 dan *cluster* lainnya. Rincian perhitungan rata-rata untuk menggambarkan hasil suatu *cluster* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Interpretasi *cluster* akademis mahasiswa

Matakuliah	Hasil <i>Cluster</i> Akademis, <i>Cluster</i> (C), Banyaknya Data (N)							Inter- prestasi
	C	N		Atribut				
				IPSS	IPK	Absensi	UAS	
Mekanika Fluida	1	117	Mean	3.3597	3.279	13	3.248	BAIK
			Dev	0.2819	0.2964	0.9207	0.434	
			Int.val	[2.619,4]	[2.619,4]	[10,14]	[3,4]	
	2	79	Mean	2.7534	2.7301	11	2.076	CUKUP
			Dev	0.5257	0.5085	2.7689	0.888	
			Int.val	[0.87,3.57]	[0.33,3.61]	[0,14]	[0,3]	
Menggambar Teknik	1	54	Mean	2.6869	2.5897	12	2.611	CUKUP
			Dev	0.4666	0.4962	2.9607	0.763	
			Int.val	[0.96,3.43]	[0.33,3.19]	[0,14]	[0,4]	
	2	125	Mean	3.3692	3.2981	13	3.384	BAIK
			Dev	0.2729	0.274	0.8142	0.505	
			Int.val	[2.484,4]	[2.733,4]	[10,14]	[2,4]	
Kewarganegaraan	1	95	Mean	3.4227	3.3633	12	2.968	BAIK
			Dev	0.2494	0.2766	1.7319	0.736	
			Int.val	[2.683,4]	[2.19,4]	[2,14]	[0,4]	
	2	74	Mean	2.8769	2.8097	13	3.014	CUKUP
			Dev	0.3484	0.3548	1.1462	0.631	
			Int.val	[0.87,3.41]	[1.17,3.33]	[9,14]	[1,4]	
Elektrik dan Elektronika	1	25	Mean	2.4889	2.4383	12	2.28	CUKUP
			Dev	0.4514	0.4547	2.4152	1.4	
			Int.val	[1.46,3.09]	[1,2.952]	[4,14]	[0,4]	
	2	129	Mean	3.2954	3.266	13.225	2.705	BAIK
			Dev	0.3214	0.3021	1.0401	0.871	
			Int.val	[2.553,4]	[2.556,4]	[9,14]	[0,4]	
Teknik Pengukuran Terbang	1	22	Mean	2.645	2.5086	9	1.818	CUKUP
			Dev	0.6427	0.7713	3.2115	1.139	
			Int.val	[0.96,3.43]	[0.33,3.26]	[1,14]	[0,3]	
	2	86	Mean	3.2314	3.0917	13	3.523	BAIK
			Dev	0.3613	0.3731	0.6781	0.502	
			Int.val	[1.86,3.82]	[1.83,3.92]	[12,14]	[3,4]	

3.3. Pengujian Hasil dan Interpretasi *Average Linkage Terhadap Anggota Cluster K-Means*

Pengujian *cluster* pada level 2 dilakukan menggunakan *dataset* dari hasil *clustering* yang dihasilkan dari proses *k-means* pada percobaan *cluster* level 1. *Dataset* hasil proses *k-means clustering*, selanjutnya diuji untuk mendapatkan jumlah *cluster* yang paling optimal

dengan alat ukur *silhouette index* dengan jumlah *cluster* 2 sampai dengan 10 *cluster* seperti pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3 setiap matakuliah yang diujikan dengan *silhouette index*, untuk anggota hasil *k-means clustering* selalu menunjukkan nilai *silhouette* tertinggi atau banyak jumlah *cluster* yang paling optimal adalah 2.

Tabel 3. *Silhouette index* untuk *average linkage clustering*

Matakuliah	<i>k-means Cluster</i>	<i>Silhouette Index for Average Linkage Clustering</i>								
		2	3	4	5	6	10
Mekanika fluida	1	0.4752	0.4266	0.4214	0.4159	0.3868				0.3315
	2	0.5426	0.4835	0.3873	0.3839	0.4404				0.3969
Menggambar teknik	1	0.6374	0.3832	0.3317	0.3722	0.3599				0.3619
	2	0.5723	0.5030	0.3638	0.4607	0.4548				0.4175
Kewarganegaraan	1	0.4208	0.4013	0.3089	0.2479	0.3020				0.2542
	2	0.5225	0.3567	0.3206	0.3194	0.3138				0.2996
Elektrik dan elektronika	1	0.4326	0.3068	0.2962	0.3028	0.3085				0.3017
	2	0.5720	0.4395	0.3783	0.3585	0.3428				0.3286
Teknik pengukuran Terbang	1	0.8303	0.8171	0.4286	0.4286	0.4331				0.3234
	2	0.6297	0.3732	0.2190	0.1379	0.1275				0.1419

Interprestasi hasil *cluster average linkage*, diukur dengan menggunakan data asli dari data-data yang telah dikelompokkan dengan mengekstrak data hasil penilaian kuisisioner tingkat kepuasan mahasiswa terhadap pengajaran dosen seperti pada Table 4.

Tabel 4. Interpretasi *cluster* hasil penilaian kuesioner

Matakuliah	Hasil cluster kuesioner				
	<i>K-means Cluster</i>	<i>Average Cluster</i>	Banyak data	Rata-Rata	Interprestasi
				Hasil Kuesioner	
Mekanika Fluida	1	1	22	1.9618	CUKUP
		2	97	3.1334	BAIK
	2	1	70	3.2058	BAIK
		2	9	1.8234	CUKUP
Menggambar Teknik	1	1	53	3.2542	BAIK
		2	1	1	CUKUP
	2	1	8	1.8312	CUKUP
		2	117	3.29211	BAIK
Kewarganegaraan	1	1	86	3.2469	BAIK
		2	9	2.0915	CUKUP
	2	1	72	3.0547	BAIK
		2	2	1.2941	CUKUP
Elektrik dan Elektronika	1	1	19	3.2322	BAIK
		2	6	2.1176	CUKUP
	2	1	126	3.1723	BAIK
		2	3	1.3921	CUKUP
Teknik pengukuran terbang	1	1	1	1.9412	CUKUP
		2	21	3.2157	BAIK
	2	1	65	3.1429	BAIK
		2	21	1.8291	CUKUP

3.4. Hasil Uji *Two Level Cluster*

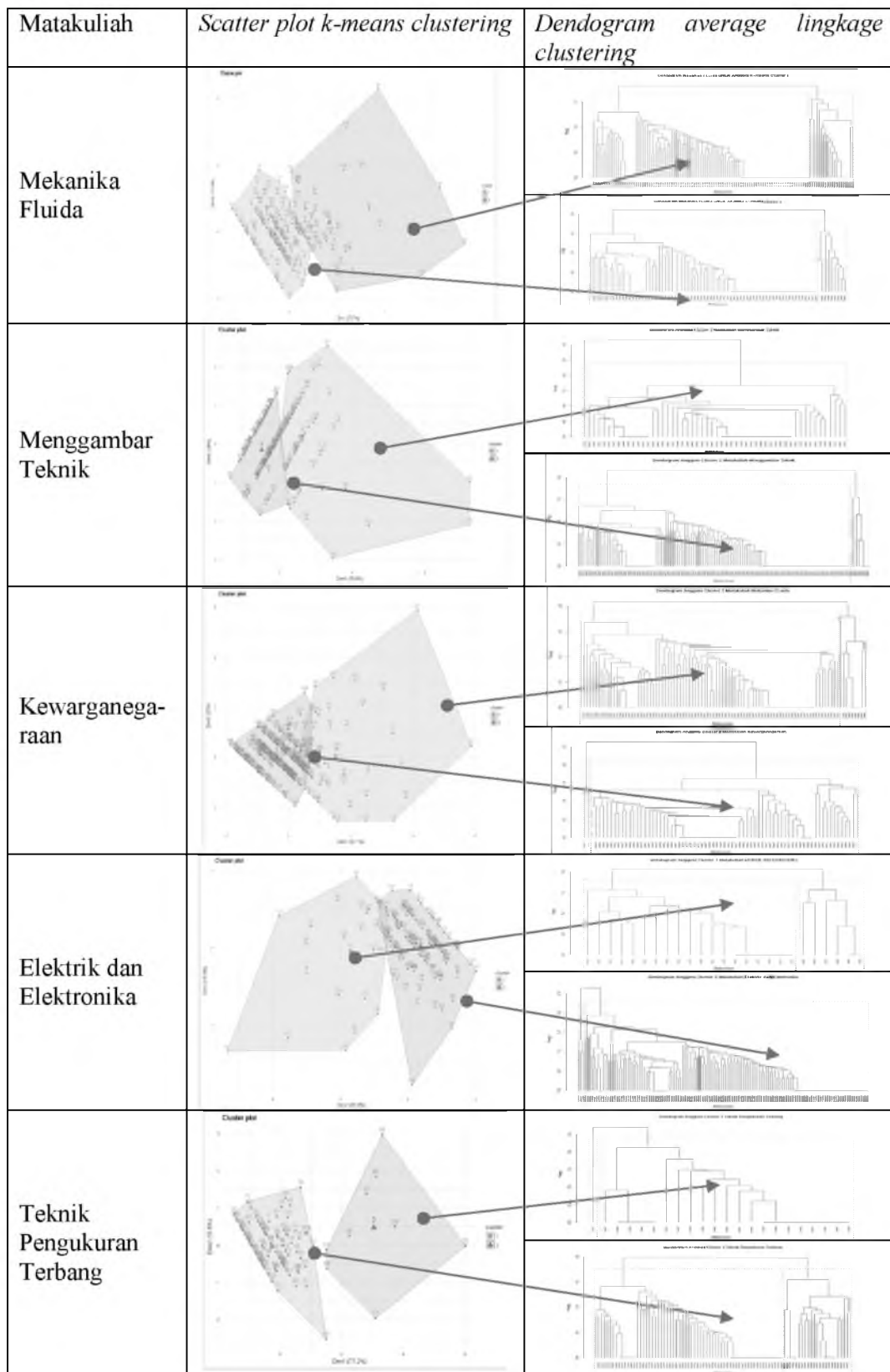
Hasil pengujian yang dilakukan pada data kuesioner dengan dataset responden setiap prodi didapatkan beberapa hasil *cluster* yang menghubungkan antara kuesioner dengan data akademis mahasiswa. Berikut data optimal jumlah *cluster* yang terbentuk dalam proses *two level cluster* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5 dan visualisasi grafik *scatter plot* dan *dendogram* setiap *cluster* pada setiap matakuliah dapat dilihat pada Gambar 4.

Tabel 5. Hasil optimal jumlah *cluster* pada setiap level *cluster*

Matakuliah	Cluster level 1			Cluster level 2		
	Cluster	Banyak data	Interprestasi	Cluster	Banyak Data	Interprestasi
Mekanika Fluida	1	117	BAIK	1	22	CUKUP
				2	97	BAIK
	2	79	CUKUP	1	70	BAIK
				2	9	CUKUP
Menggambar teknik	1	54	CUKUP	1	53	BAIK
				2	1	KURANG
	2	125	BAIK	1	8	CUKUP
				2	117	BAIK
Kewarganegaraan	1	95	BAIK	1	86	BAIK
				2	9	CUKUP
	2	73	CUKUP	1	71	BAIK
				2	2	CUKUP
Elektrik dan Elektronika	1	25	CUKUP	1	19	BAIK
				2	6	CUKUP
	2	129	BAIK	1	126	BAIK
				2	3	CUKUP
Teknik Pengukuran Terbang	1	22	CUKUP	1	1	CUKUP
				2	21	BAIK
	2	86	BAIK	1	65	BAIK
				2	21	CUKUP

Hasil *cluster* secara keseluruhan yang menunjukkan perbedaan tingkat kepuasan mahasiswa berdasarkan kemampuan akademis yang dimiliki yaitu mahasiswa yang konsisten antara kemampuan akademis dengan pengisian kuesioner dan yang kedua mahasiswa yang tidak konsisten antara kemampuan akademis dengan pengisian kuesioner. Mahasiswa yang tidak konsisten saat penilaian tingkat kepuasan terhadap proses pengajaran dengan kemampuan akademis, hal ini dapat terjadi pada beberapa mahasiswa yang memiliki sifat kritis dan keingintahuan yang tinggi, dimana saat proses perkuliahan dosen mengajar selalu monoton dan tidak dapat menjawab pertanyaan mahasiswa, sehingga mahasiswa yang memiliki kemampuan akademis yang BAIK merasa TIDAK PUAS terhadap pengajaran yang diberikan dosen.

Mahasiswa yang memiliki kemampuan akademis yang CUKUP tapi merasa PUAS terhadap proses pengajaran, hal ini terjadi karena tidak semua komponen variabel *cluster* akademis yang memanfaatkan *history* akademis dapat mempengaruhi secara langsung terhadap pengisian kuesioner melainkan hanya komponen UAS yang langsung berhubungan dengan pengisian kuesioner, sehingga bila komponen UAS yang di dapat bagus dan komponen lainnya kurang bagus, maka mahasiswa tetap merasa PUAS terhadap pengajaran dosen.



Gambar 6. Scatter plot dan dendrogram hasil cluster

Hasil pada Tabel 5 menunjukkan *clustering* pada level pertama dengan *k-means clustering* didapatkan jumlah *cluster* yang paling optimal adalah *clustering* dengan 2 *cluster* dan *clustering* level kedua dengan *average linkage* untuk setiap anggota hasil *k-means clustering* menunjukkan jumlah *cluster* yang optimal adalah 2 dengan hasil interpretasi hasil *cluster* secara keseluruhan menunjukkan mahasiswa yang memiliki kemampuan akademis yang BAIK dan CUKUP, secara tidak langsung menunjukkan hasil yang sama, dimana secara dominan mahasiswa merasa PUAS terhadap proses pengajaran yang berlangsung dan hanya sedikit mahasiswa yang merasa TIDAK PUAS terhadap proses pengajaran di kelas.

4. KESIMPULAN

Pendekatan two level *clustering* dengan *k-means clustering* dan *average linkage* dalam melihat hubungan tingkat kepuasan mahasiswa terhadap proses belajar mengajar dengan menggunakan kuesioner berdasarkan kemampuan akademis dapat dilakukan dengan baik. Di mana *clustering* pada level pertama dengan *k-means clustering* didapatkan jumlah *cluster* yang optimal adalah *clustering* dengan 2 *cluster* dan *clustering* level kedua dengan *average linkage* menunjukkan jumlah *cluster* yang optimal adalah 2 *cluster*. Interpretasi hasil *cluster* menunjukkan hasil yang dominan yaitu mahasiswa merasa PUAS terhadap proses pengajaran untuk setiap hasil *cluster* akademik.

5. SARAN

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk melihat hasil kuesioner yang didapatkan antara kedua *cluster* akademik yang menunjukkan tingkat kepuasan yang sama dengan metode gabungan korelasi koefisien dengan *clustering*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A. G., dan Feranie, S., 2014, Development of Short Term Load Forecasting Based On Fuzzy Subtractive Clustering, https://www.researchgate.net/publication/228933118_DEVELOPMENT_OF_SHORT_TERM_LOAD_FORECASTING_BASED_ON_FUZZY_SUBTRACTIVE_CLUSTERING, 22 Mei 2014, diakses 15 September 2014.
- Cabanes, G. dan Bennani, Y., 2007, A Simultaneous Two-Level Clustering Algorithm for Automatic Model Selection, *Sixth International Conference on Machine Learning and Applications*, pp. 316-321
- Desipri, K., Legaki, N. Z., and Assimakopoulos, V., (2014), Determinants of domestic electricity consumption and energy behavior: a Greek case study, *Information, Intelligence, Systems and Applications, IISA, The 5th International Conference on*, 7-9
- Gu, L., dan Lu, X. 2012, Semi-supervised Subtractive Clustering by Seeding, *9th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery*, pp. 738-741.

- Higgs, B. and Abbas, M., (2013), A two-step segmentation algorithm for behavioral clustering of naturalistic driving styles, *16th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC 2013)*, 857-862
- Li, Q., Liu, Q., Zhou, H., (2011), Research on Patient Satisfaction Degree Evaluation of Three A-level Hospital in Jiangxi Province Based on Cluster Analysis, *International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering*, Volume:1, 563 – 567
- Papadourakis , George M., Eirini Christinaki, dkk (2013) , *Clustering Analysis of Questionnaire for Ph.D. studies in Electrical and Information Engineering in Europe*, EAEEIE Annual Conference (EAEEIE), 2013 Proceedings of the 24th
- Tan, P.N., Steinbach, M., Kumar, V., (2006) *Introduction to Data Mining*, Boston: Pearson Education.
- Yuepeng, C., Yaping, Z., Yanli, M., Yuqin, F., (2007), *cluster analysis on evaluation indicators of driver characteristics*, Poceedings of the 2007 IEEE Intelegentt Transportation Systems Conference Seattle, USA