

Identifikasi Kemampuan Akademik Mahasiswa Menggunakan K-Means Clustering

Eka Rahmawati¹, Yulison Herry Chrisnanto², Asri Maspupah³

^{1,2,3}Informatika, Fakultas Sains dan Informatika, Universitas Jenderal Achmad Yani Cimahi
E-mail: ¹erahmawati053@gmail.com, ²y.chrisnanto@gmail.com, ³asri.maspupah89@gmail.com

Abstrak – Peningkatan peran dosen dalam penjaminan mutu di perguruan tinggi akan tercapainya kinerja akademik yang sesuai dengan kemampuan yang dimiliki oleh mahasiswa. Untuk menganalisa kinerja akademik sendiri berarti mengidentifikasi keunikan-keunikan yang ada pada mahasiswa sehingga dalam mengidentifikasi keunikan-keunikan tersebut akan terdapat variabel-variabel yang berpengaruh terhadap kemampuan akademik mahasiswa. Dalam mengidentifikasi kemampuan akademik mahasiswa tidak semua variabel yang digunakan akan berpengaruh terhadap kemampuan akademik mahasiswa. Salah satu cara untuk mengetahui variabel yang berpengaruh terhadap kemampuan akademik mahasiswa yaitu dengan algoritma K-Means Clustering. Penelitian ini menghasilkan sistem yang dapat mencari kombinasi variabel untuk dapat mencerminkan suatu kemampuan akademik dari mahasiswa sehingga terdapat variabel yang tidak berpengaruh terhadap kemampuan akademik mahasiswa dengan menggunakan K-Means Clustering. Hasil pengujian menunjukkan bahwa terdapat variabel yang tidak berpengaruh terhadap kemampuan akademik sehingga terdapat 23 data kemampuan akademik mahasiswa yang tidak sesuai dengan kategori cluster sebelumnya. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa terdapat 73 data kemampuan akademik mahasiswa yang sesuai dengan kategori cluster sebelumnya sehingga memiliki nilai akurasi 73% dan dari semua jumlah cluster yang dimasukkan, untuk cluster yang berjumlah 3 memiliki nilai silhouette coefficient yang paling mendekati nilai $S_i=1$ dengan nilai 0.835409226.

Kata Kunci — Cluster, Kemampuan Akademik, K-Means Clustering, Kombinasi Variabel, Peran Dosen

1. PENDAHULUAN

Pendidikan adalah kunci kemajuan sebuah bangsa dan salah satu hal yang penting dalam berkehidupan, berbangsa, dan bernegara [1]. Pelaksanaan pendidikan adalah perwujudan dari mencerdaskan kehidupan berbangsa dan berperilaku sopan [2]. Pendidikan mempunyai peran penting yang dapat dilihat dari data yang dimiliki bahwa pembangunan pendidikan dipengaruhi oleh sumber daya manusia yang berpendidikan. Pendidikan harus berujung kepada kompetensi yang seharusnya, sehingga laju pembangunan dapat didorong melalui kompetensi yang dimiliki. Salah satu cara untuk mencapai tingkat kompetensi yang tinggi dalam pendidikan adalah dengan menemukan pengetahuan dari data pendidikan yang dapat mempengaruhi kinerja akademik [3].

Seluruh jenjang pendidikan mempunyai peran penting dalam hal kemajuan sebuah bangsa termasuk perguruan tinggi. Perguruan tinggi saat ini dituntut untuk memiliki kemampuan bersaing dengan memanfaatkan semua sumber daya yang dimiliki [4]. Banyak program studi yang ditawarkan oleh perguruan tinggi negeri akan memberikan dampak kepada tingkat persaingan perguruan tinggi swasta yang semakin tinggi. Tingkat persaingan ini berhubungan dengan menarik minat mahasiswa baru ke perguruan tinggi sehingga proses pembelajaran di perguruan tinggi harus bermutu dan memenuhi standar mutu yang ditetapkan [5]. Perguruan tinggi perlu menjalankan proses penjaminan mutu terhadap pendidikan yang diselenggarakan.

Berkaitan dengan mutu penyelenggaraan pendidikan di perguruan tinggi bahwa di beberapa program studi, proses pembelajarannya masih tergolong kurang untuk kegiatan penelitian sehingga hal ini membuat para dosen belum dapat seimbang dalam melaksanakan Tri Dharma Perguruan Tinggi [6]. Peran dosen dalam penjaminan mutu perguruan tinggi sebagai perilaku yang diharapkan dari seorang dosen, dalam hal pelaksanaan tugas-tugas pembelajaran, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat [7]. Karena itulah, dalam mengadakan penilaian terhadap peran dosen dalam penjaminan mutu perlu dikaji faktor-faktor yang mempengaruhinya, yakni kepemimpinan, budaya organisasi, kompetensi, dan motivasi berprestasinya [8]. Peningkatan peran dosen dalam penjaminan mutu di perguruan tinggi akan tercapainya kinerja akademik yang sesuai dengan kemampuan yang dimiliki oleh mahasiswa. Untuk menganalisa kinerja akademik sendiri berarti mengidentifikasi keunikan-keunikan yang ada pada mahasiswa dan membangun suatu strategi pengembangan lebih lanjut serta tindakan-tindakan yang dapat dilakukan untuk masa mendatang merupakan tantangan utama bagi universitas modern saat ini [3] [9] [6]. Dalam mengidentifikasi keunikan-keunikan yang ada pada mahasiswa terdapat variabel-variabel yang berpengaruh terhadap kemampuan akademik mahasiswa. Namun, variabel-variabel tersebut tidak semuanya berpengaruh terhadap kemampuan akademik mahasiswa sehingga dibutuhkan kombinasi dari variabel-variabel tersebut.

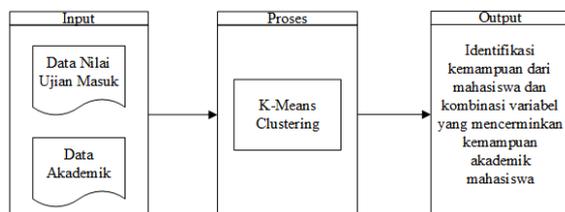
Penelitian sebelumnya menggunakan Algoritma K-Means Clustering untuk mengekstrak pengetahuan yang dapat menggambarkan kinerja prestasi akademik

mahasiswa pada akhir semester [10]. Algoritma K-Means banyak digunakan pada beberapa penelitian lainnya untuk mendata siswa sesuai dengan kemampuan masing-masing mahasiswa melalui prestasi nilai akademik [6]. Algoritma ini banyak digunakan karena mampu mengelompokkan data mahasiswa dengan kriteria yang dapat menjadi acuan untuk mengetahui bagaimana kinerja akademik mahasiswa tersebut [1] [6].

Penelitian ini telah membangun sistem yang dapat mengidentifikasi kemampuan akademik mahasiswa menggunakan algoritma K-Means dengan mencari kombinasi variabel yang dapat mencerminkan suatu kemampuan akademik yang dimiliki mahasiswa sehingga keluaran sistem ini terdapat variabel yang tidak berpengaruh terhadap kemampuan akademik mahasiswa. Kemampuan akademik mahasiswa tersebut dapat dikategorikan ke dalam 3 kategori yaitu lulus *cumlaude*, lulus tepat waktu, dan lulus tidak tepat waktu sehingga mahasiswa dapat dikelompokkan ke dalam 3 kategori tersebut untuk mengetahui kemampuan yang dimiliki oleh masing-masing mahasiswa.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini akan terdiri dari 6 tahapan yaitu pengumpulan data, analisis sistem identifikasi kemampuan akademik, perancangan sistem identifikasi kemampuan akademik, implementasi perangkat lunak, pengujian dan evaluasi, serta dokumentasi dan publikasi ilmiah. Tahap pertama hingga tahap keempat dilakukan dengan skema tahapan pada Gambar 1.



Gambar 1. Perancangan sistem identifikasi kemampuan akademik

2.1 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan untuk penelitian dan masukan perangkat lunak adalah data nilai ujian masuk dan data akademik mahasiswa dari mahasiswa angkatan 2014 dimana data akademik tersebut berisi beberapa variabel yaitu nomor induk mahasiswa (NIM), kota asal, sekolah asal, IP semester 1 sampai semester 6, IPK, jumlah nilai D, jumlah nilai E, kemampuan coding, dan jumlah mata kuliah yang diambil. Variabel kemampuan coding dikelompokkan ke dalam rentang antara 1 sampai dengan 3 yaitu tidak mahir dalam coding, agak mahir dalam coding, dan mahir dalam coding. Variabel kota asal dianggap berpengaruh karena lingkungan dan asal daerah seseorang akan membentuk karakter dan perilakunya [1]. Sedangkan variabel sekolah asal menjadi latar belakang pendidikan seseorang mahasiswa yang dapat mempengaruhi kinerjanya di perguruan tinggi [1]. Penjelasan masing-masing variabel dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Deskripsi variabel data

No.	Variabel	Deskripsi
1.	NIM	Nomor induk mahasiswa
2.	Kota Asal	Kota asal mahasiswa berdasarkan KTP
3.	Sekolah Asal	Sekolah asal (setaraf SMA)
4.	IP Semester 1 – Semester 6	Indeks prestasi berisi nilai semester 1 sampai dengan semester 6
5.	IPK	Indeks prestasi kumulatif
6.	Jumlah Nilai D	Jumlah nilai D
7.	Jumlah Nilai E	Jumlah nilai E
8.	Jumlah Matkul yang Diambil	Jumlah mata kuliah yang sedang diambil mahasiswa
9.	Kemampuan Coding	Kemampuan coding yang dimiliki mahasiswa

2.2 Analisis Sistem Identifikasi Kemampuan Akademik

Analisis sistem identifikasi kemampuan akademik digunakan sebagai gambaran sistem yang akan dibangun pada penelitian dari awal pengumpulan data hingga proses yang akan dilakukan diharapkan penelitian ini sesuai dengan tujuan yang diangkat untuk mencari kombinasi variabel kemampuan akademik mahasiswa berdasarkan kategori *cluster* yang terbentuk dari data nilai ujian masuk dan data nilai akademik yang digunakan.

2.3 Perancangan Sistem Identifikasi Kemampuan Akademik

Sistem identifikasi kemampuan akademik pada penelitian ini dilakukan secara detail melalui pemodelan perangkat lunak seperti *Unified Modeling Language* (UML) untuk mencari kombinasi variabel yang dapat mencerminkan suatu kemampuan akademik dari mahasiswa menggunakan algoritma K-Means. Algoritma K-Means adalah salah satu algoritma *clustering* yang digunakan untuk mempartisi data ke dalam beberapa *cluster*, dimana data yang memiliki tingkat kemiripan yang tinggi dikelompokkan dalam satu *cluster* sedangkan data yang memiliki karakteristik yang berbeda dikelompokkan ke dalam *cluster* yang berbeda [6]. Algoritma K-Means membagi-bagi data ke dalam kelompok dengan pemahaman setiap data yang mempunyai karakteristik yang sama dikelompokkan ke dalam satu kelompok yang sama dan begitu pula terhadap setiap data yang sifat karakteristiknya berbeda akan dikelompokkan ke dalam kelompok yang lain [11].

Alasan penggunaan algoritma K-Means adalah mampu mengidentifikasi pola data mahasiswa dengan kriteria yang dapat menjadi acuan untuk mengetahui bagaimana kinerja akademik mahasiswa tersebut. Algoritma K-Means juga memiliki ketelitian yang cukup tinggi terhadap ukuran kinerja akademik, sehingga algoritma ini relatif lebih terukur dan efisien untuk pengolahan data yang digunakan untuk identifikasi pola kinerja akademik mahasiswa dalam jumlah yang besar [12]. Data *clustering* yang menggunakan metode k-means ini secara umum dilakukan dengan algoritma dasar sebagai berikut :

1. Tentukan jumlah *cluster* (k), tetapkan pusat *cluster* sembarang.
2. Hitung jarak setiap data ke pusat *cluster* dapat menggunakan formula Euclidean Distance.

$$d_{ik} = \sqrt{\sum_{j=1}^m (X_{ij} - C_{kj})^2} \dots\dots\dots (1)$$

Dengan $i=1, \dots, n$; $j=1, \dots, m$; dan $k=1, \dots, k$;
Dimana:

d_{ik} = jarak baris ke- i
 X_{ij} = data ke- j di data ke- i
 C_{kj} = cluster ke- j di data ke- k

3. Kelompokkan data ke dalam *cluster* yang dengan jarak yang paling pendek.

$$\text{Min} \sum_{k=1}^k d_{ik} = \sqrt{\sum_{j=1}^m (X_{ij} - C_{kj})^2} \dots\dots\dots (2)$$

Dengan $i=1, \dots, n$; $j=1, \dots, m$; dan $k=1, \dots, k$;
Dimana:

$\text{Min} \sum_{k=1}^k d_{ik}$ = minimal jumlah jarak baris ke- i
 X_{ij} = data ke- j di data ke- i
 C_{kj} = cluster ke- j di data ke- k

4. Hitung pusat *cluster* yang baru dapat dihitung dengan cara mencari nilai rata-rata dari data yang menjadi anggota pada *cluster* tersebut, dengan menggunakan persamaan (3) yaitu:

$$C_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^p X_{ij}}{p} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:
 X_{ij} = anggota kluster ke- k
 p = banyaknya anggota *cluster* ke- k

5. Lakukan penghitungan ulang terhadap langkah 2 sampai dengan 4 hingga sudah tidak terdapat lagi data yang berpindah ke *cluster* yang lain.

2.4 Implementasi Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang dibangun pada penelitian ini adalah perangkat lunak berbasis *desktop* menggunakan bahasa pemrograman Java dengan IDE Netbeans.

2.5 Pengujian dan Evaluasi

Pengujian dilakukan dengan cara memberi masukan data uji dan mengevaluasi hasil pengujian. Pengujian dilakukan dengan menguji data hasil komputasi di program dengan data perhitungan manual untuk mengukur keakuratan perangkat lunak. Pengujian dilakukan juga untuk menguji *cluster* yang terbentuk setelah diketahui jumlah pengelompokan dari K-Means Clustering.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan berisi tentang hasil pengujian dari penelitian ini dan berisi pembahasan dari proses *clustering* untuk mengidentifikasi kemampuan akademik mahasiswa berdasarkan kombinasi variabel yang berpengaruh.

3.1 Proses Clustering

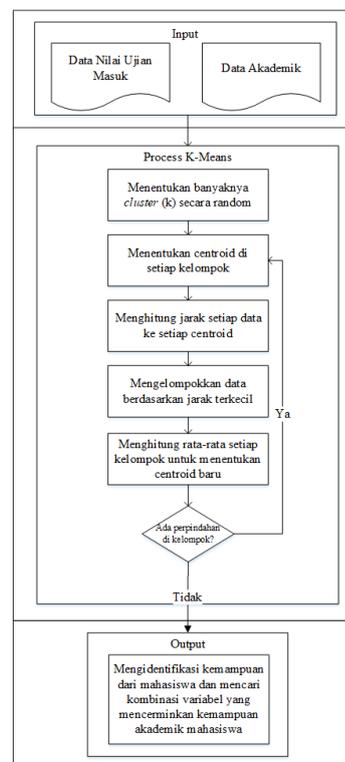
Berdasarkan metodologi penelitian, maka dilakukan implementasi sistem identifikasi kemampuan akademik mahasiswa yang dapat mencari kombinasi variabel

untuk dapat mencerminkan suatu kemampuan akademik mahasiswa sehingga akan terdapat variabel yang tidak berpengaruh terhadap kemampuan akademik mahasiswa.

Proses *clustering* adalah proses yang digunakan untuk melakukan pengelompokan terhadap data nilai ujian masuk dan data akademik dari mahasiswa yang akan diidentifikasi kemampuan akademiknya. Sistem ini dapat membantu instruktur dan siswa untuk meningkatkan kualitas pendidikan. Penelitian ini menggunakan analisis *cluster* untuk menyatukan mahasiswa ke dalam kelompok sesuai dengan karakteristiknya.

3.2 Perancangan Sistem Identifikasi Kemampuan Akademik

Perancangan sistem identifikasi kemampuan akademik menjelaskan secara umum perangkat lunak yang akan dibangun. Perancangan sistem identifikasi kemampuan akademik meliputi blok masukan, blok proses, dan blok keluaran. Blok masukan berisi masukan data yang akan diterima oleh perangkat lunak. Blok proses mengilustrasikan tahapan-tahapan yang dilakukan untuk mengolah data pada blok masukan menjadi keluaran pada blok keluaran. Blok keluaran adalah data yang dikeluarkan. Alur dari gambaran sistem tersebut dalam penelitian ini dijabarkan menjadi lebih spesifik lagi seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Perancangan sistem identifikasi kemampuan akademik

Gambar 2 menjelaskan alur dari input data yang diolah berupa data nilai ujian masuk dan data nilai akademik mahasiswa dalam bentuk nilai IP semester 1

sampai semester 6, IPK, jumlah nilai D, jumlah nilai E, dan jumlah mata kuliah yang diambil. Data tersebut diolah dalam proses pada perangkat lunak untuk dibagi menjadi 3 kategori *cluster* yaitu kategori *cluster* lulus *cumlaude*, kategori *cluster* lulus tepat waktu, dan kategori *cluster* lulus tidak tepat waktu menggunakan algoritma K-Means Clustering. Untuk mencari jarak setiap mahasiswa dengan kelompok tertentu dilakukan perhitungan menggunakan perhitungan Euclidean Distance dan setelah hasil jarak diketahui maka akan dikelompokkan sesuai dengan nilai jarak yang terdekat. Setelah proses pengelompokkan oleh K-Means selesai, maka data mahasiswa yang telah ditemukan kelompoknya akan dilakukan pengidentifikasian kemampuan akademik dari mahasiswa tersebut dan kemudian akan dilakukan pencarian kombinasi variabel yang digunakan untuk mengetahui variabel mana saja yang berpengaruh terhadap identifikasi kemampuan akademik mahasiswa serta dilakukan pengujian kualitas *cluster* terbaik dari *cluster* yang dihasilkan menggunakan metode *Silhouette Coefficient*. Namun, untuk data mahasiswa yang tidak menemukan kelompoknya akan digolongkan sebagai outlier.

3.3 Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian perangkat lunak merupakan pengujian yang dilakukan sehingga dapat mengetahui kekurangan atau kesalahan fungsi secara keseluruhan. Teknik pengujian kualitas untuk perangkat lunak pada penelitian ini dilakukan dalam bentuk Black Box Testing yang terfokus pada pengujian fungsionalitas dari perangkat lunak yang dibangun untuk mengukur kualitas dari perangkat lunak yang dikembangkan, termasuk tingkat kesesuaian dengan rancangan yang telah dibuat.

3.4 Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan dengan dua tahap yaitu pengujian sistem identifikasi kemampuan akademik dan pengujian *cluster*.

3.4.1 Pengujian Sistem Identifikasi Kemampuan Akademik

Pengujian dilakukan untuk mengetahui identifikasi kemampuan dari mahasiswa dengan mencari kombinasi variabel yang dapat mencerminkan suatu kemampuan akademik dari mahasiswa. Pengujian telah dilakukan terhadap semua data mahasiswa sebanyak 100 data. Pengujian ini menghasilkan data seperti pada

Tabel 2. Hasil pengujian identifikasi kemampuan akademik

No.	Identifikasi	Kategori Cluster Awal	Kategori Cluster Akhir	Hasil Kesesuaian
1.	Mahasiswa 1	Lulus Tepat Waktu	Lulus Tepat Waktu	Sesuai
2.	Mahasiswa 2	Lulus Tepat	Lulus Tepat	Sesuai

		Waktu	Waktu	
3.	Mahasiswa 3	Lulus Tepat Waktu	Lulus Tepat Waktu	Tidak Sesuai
4.	Mahasiswa 4	Lulus Tepat Waktu	Lulus Tidak Tepat Waktu	Tidak Sesuai
5.	Mahasiswa 5	Lulus <i>Cumlaude</i>	Lulus Tepat Waktu	Sesuai
6.	Mahasiswa 6	Lulus Tepat Waktu	Lulus Tepat Waktu	Sesuai
7.	Mahasiswa 7	Lulus Tidak Tepat Waktu	Lulus Tepat Waktu	Tidak Sesuai
8.	Mahasiswa 8	Lulus Tidak Tepat Waktu	Lulus Tidak Tepat Waktu	Sesuai
...
99.	Mahasiswa 99	Lulus Tidak Tepat Waktu	Lulus Tepat Waktu	Tidak Sesuai
100.	Mahasiswa 100	Lulus <i>Cumlaude</i>	Lulus <i>Cumlaude</i>	Sesuai

Pengujian identifikasi yang ditunjukkan pada Tabel 2 memberikan hasil yang berbeda, terdapat 27 data yang menghasilkan identifikasi kemampuan mahasiswa yang tidak sesuai dengan kategori *cluster* akhir dan terdapat 73 data dengan hasil yang sesuai dengan kategori *cluster* akhir sehingga dapat disimpulkan bahwa dalam mengkombinasikan sebuah variabel yang digunakan tidak semua variabel dapat berpengaruh terhadap kemampuan akademik mahasiswa. Variabel yang berpengaruh terhadap kemampuan akademik mahasiswa yaitu kota asal, sekolah asal, nilai ujian masuk, ip semester 1 sampai semester 6, ipk, kemampuan coding, dan jumlah mata kuliah yang diambil karena variabel-variabel ini memiliki kombinasi nilai yang dapat mencerminkan kemampuan akademik dari mahasiswa sehingga kemampuan akademik yang sesuai memiliki nilai akurasi sebesar 73% yang didapatkan dari hasil kesesuaian algoritma dibagi dengan hasil keseluruhan data yang digunakan (73/100).

3.4.2 Pengujian Cluster

Pengujian dilakukan terhadap semua data mahasiswa sebanyak 100 data dengan memasukkan beberapa titik pusat secara acak kemudian dilakukan perhitungan nilai *silhouette coefficient* dari setiap titik pusat yang dimasukkan. Berikut adalah tabel proses pengujian terhadap data mahasiswa dengan memasukkan sebanyak tujuh *cluster* yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian cluster

Jumlah Cluster	Hasil Silhouette Coefficient
3	0.835409226
4	0.367386393
5	-0.711311407

Jumlah Cluster	Hasil Silhouette Coefficient
6	-0,6494322
7	-0,10394574
8	-0,07658779
9	-0,08930547

Dari hasil pengujian tujuh *cluster* yang dimasukkan didapatkan *cluster* dengan jumlah 3 (tiga) yang memiliki nilai *silhouette coefficient* paling mendekati dengan nilai $S_i = 1$ yaitu dengan nilai 0.835409226. Nilai *silhouette* dapat dikatakan baik apabila bernilai positif karena titik pusat sudah berada di dalam *cluster* yang tepat sedangkan jika nilai *silhouette* dikatakan negatif menandakan terjadinya *overlapping* sehingga titik pusat berada diantara dua *cluster*.

4. SIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan sistem yang dapat mencari kombinasi variabel untuk dapat mencerminkan kemampuan akademik dari mahasiswa. Hasil akhir dari penelitian ini adalah mencari kombinasi variabel yang mencerminkan kemampuan akademik mahasiswa sehingga terdapat variabel yang tidak berpengaruh terhadap kemampuan akademik mahasiswa.

Identifikasi kemampuan akademik mahasiswa menggunakan algoritma K-Means Clustering yang dibangun dapat mengkombinasikan variabel kemampuan akademik dari mahasiswa dengan melakukan kombinasi terhadap variabel yang digunakan sehingga dapat diidentifikasi kemampuan akademik yang dimiliki oleh mahasiswa tersebut. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa dalam mengkombinasikan sebuah variabel yang digunakan, tidak semua variabel dapat berpengaruh terhadap kemampuan akademik mahasiswa. Variabel yang berpengaruh terhadap kemampuan akademik mahasiswa yaitu kota asal, sekolah asal, nilai ujian masuk, ip semester 1 sampai semester 6, ipk, kemampuan coding, dan jumlah mata kuliah yang diambil karena variabel-variabel ini memiliki kombinasi nilai yang dapat mencerminkan kemampuan akademik dari mahasiswa Terdapat 73 data kemampuan akademik mahasiswa yang sesuai dengan algoritma K-Means sehingga memiliki nilai akurasi 73% dan dari hasil 7 kali pengujian terhadap jumlah titik pusat, *cluster* yang berjumlah 3 memiliki nilai *silhouette coefficient* yang paling mendekati nilai $S_i = 1$ yaitu dengan nilai 0.835409226.

5. SARAN

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu jumlah data perlu dikembangkan dengan jumlah kelas yang digunakan. Dapat ditambahkan variabel-variabel lain yaitu jumlah mata kuliah mengulang dan jumlah SKS yang diambil.

Perlu dicoba algoritma lain untuk melakukan kombinasi variabel yang dapat mencerminkan suatu kemampuan akademik yang dimiliki oleh mahasiswa sehingga diharapkan dapat memiliki nilai akurasi yang lebih baik. Kriteria pembandingan untuk pengelompokan data dapat dilakukan menggunakan kriteria yang lain

dimana penelitian ini menggunakan kriteria *silhouette coefficient*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. I. Marthasari, "Implementasi Teknik Data Mining untuk Evaluasi Kinerja Mahasiswa Berdasarkan Data Akademik," *Fountain of Informatics Journal*, vol. 2, no. 2, pp. 20–27, 2017.
- [2] M. H. I. Shovon and M. Haque, "Prediction of Student Academic Performance by an Application of K-Means Clustering Algorithm," *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, vol. 2, no. 7, pp. 353–355, 2012.
- [3] S. Borkar and K. Rajeswari, "Predicting Students Academic Performance Using Education Data Mining," *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, vol. 2, no. 7, pp. 273–279, 2013.
- [4] O. J. Oyalade, O. O. Oladipupo, and I. C. Obagbuwa, "Application of k-Means Clustering algorithm for prediction of Students' Academic Performance," (*IJCSIS*) *International Journal of Computer Science and Information Security*, vol. 7, no. 1, pp. 292–295, 2010.
- [5] S. Kadiyala and C. S. Potluri, "Analyzing the Student's Academic Performance by using Clustering Methods in Data Mining," *International Journal of Scientific & Engineering Research*, vol. 5, no. 6, pp. 198–202, 2014.
- [6] N. Butarbutar, A. P. Windarto, D. Hartama, and Solikhun, "Komparasi Kinerja Algoritma Fuzzy C-Means Dan K-Means Dalam Pengelompokan Data Siswa Berdasarkan Prestasi Nilai akademik Siswa," *JURASIK (Jurnal Riset Sistem Informasi & Teknik Informatika)*, vol. 1, no. 2012, pp. 46–55, 2016.
- [7] A. Jananto, "Perbandingan Performansi Algoritma Nearest Neighbor dan SLIQ untuk Prediksi Kinerja Akademik Mahasiswa Baru," *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*, vol. 15, no. 2, pp. 157–169, 2010.
- [8] B. Sumardjoko, "Faktor-Faktor Determinan Peran Dosen Dalam Penjaminan Mutu Perguruan Tinggi," *Cakrawala Pendidikan*, vol. 29, no. 3, pp. 294–310, 2010.
- [9] N. Nasution, K. Djahara, and A. Zamsuri, "Evaluasi Kinerja Akademik Mahasiswa Menggunakan Algoritma Naïve Bayes (Studi Kasus: Fasilkom Unilak)," *Jurnal Teknologi Informasi & Komunikasi Digital Zone*, vol. 6, no. 2, pp. 1–11, 2015.
- [10] F. N. R. F. J. Aziz, B. D. Setiawan, and I.

Arwani, "Implementasi Algoritma K-Means untuk Klasterisasi Kinerja Akademik Mahasiswa," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 6, pp. 2243–2251, 2018.

- [11] G. Abdurrahman, "Clustering Data Ujian Tengah Semester (UTS) Data Mining Menggunakan Algoritma K-Means," *Jurnal Sistem & Teknologi Informasi Indonesia (JUSTINDO)*, vol. 1, no. 2, pp. 71–79, 2016.
- [12] N. Rohmawati, S. Defiyanti, and M. Jajuli, "Implementasi Algoritma K-Means Dalam Pengklasteran Mahasiswa Pelamar Beasiswa," *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan (JITTER)*, vol. 1, no. 2, pp. 62–68, 2015.