

PROSIDING



Mewujudkan Generasi Cerdas Melalui Kemandirian Sains Teknologi dan Rekayasa Infrastruktur Berwawasan Lingkungan

Reviewer:

Dr. Imam Basori, S.T., M.T.
Ir. Wahjoe Tjatur Sesulihatien, M.T., Ph.D

Editor:

Annisa Firasanti, S.T., M.T.
Elma Yulius., S.T., M.Eng.
Novi Laura Indrayani., S.Si., M.Eng.
R. Bagus Suryasa, S.T., M.Si.
Riri Sadiana, S.Pd., M.Si.

**Fakultas Teknik
Universitas Islam “45 Bekasi**

Prosiding Seminar Nasional Energi dan Teknologi

**Mewujudkan Generasi Cerdas Melalui Kemandirian Sains
Teknologi dan Rekayasa Infrastruktur Berwawasan
Lingkungan**

Volume 3, 2018
ISSN: 2527-3108

Reviewer:

Dr. Imam Basori, S.T., M.T.
Ir. Wahjoe Tjatur Sesulihatien, M.T., Ph.D.

Editor:

Annisa Firasanti, S.T., M.T.
Elma Yulius., S.T., M.Eng.
Novi Laura Indrayani., S.Si., M.Eng.
R. Bagus Suryasa, S.T., M.Si.
Riri Sadiana, S.Pd., M.Si.

Desain Sampul:

R. Hengki Rahmanto, S.T., M.Eng.
Sri Nuryati., S.T., M.T.

Diterbitkan oleh:

Fakultas Teknik
Universitas Islam “45 Bekasi

Alamat Penerbit:

Jl. Cut Meutia 83 Bekasi 17113
Telp. (021) 88344436 - Fax. (021) 88344436
Website: <http://sinergift.unismabekasi.ac.id>
Email : sinergift.unismabekasi@gmail.com

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
Copyright @ 2018

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
ANALISA FENOMENA KOROSI PADA PIPA BAJA KARBON API 5L-X65 DENGAN METODA PEMBEBANAN TIGA TITIK PADA LINGKUNGAN GAS H ₂ S DALAM KONDISI JENUH CO ₂ DALAM LARUTAN 7900 ML AIR LAUT DAN 100 ML AMONIAK.....	1
ANALISA OPTIMALISASI PENEMPATAN KAPASITOR BANK PADA JALUR DISTRIBUSI CHF 3 PT. BUKIT ASAM (PERSERO) TBK	7
OPTIMASI PENEMPATAN DAN KAPASITAS MULTI DG PADA SISTEM DISTRIBUSI DENGAN METODE <i>FLOWER POLLINATION ALGORITHM</i> (FPA).....	18
ANALISIS RELAI JARAK JARINGAN TRANSMISI 150 kV GI KARIANGAU-GI KUARO.....	26
CoFiBot, ROBOT PELIHARAAN SEKALIGUS PEMADAM KEBAKARAN	34
ANALISA DAN PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP <i>PATCH SLOT</i> RADIATOR <i>RECTANGULAR</i> DENGAN DUA PENCATUAN UNTUK APLIKASI <i>SATELITE MOBILE COMMUNICATION</i>	73
PENGEMBANGAN SISTEM PICONET PERVASIVE MELALUI JARINGAN BLUETOOTH SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN DI PERGURUAN TINGGI.....	42
UJI COBA METODE KONTROL BLUETOOTH PADA ROBOT HUMANOID BERBASIS ARDUINO MEGA 2560	49
SIMULASI FENOMENA GANGGUAN INTERNALPADA TRANSFORMATOR DAYA UNTUK PENGUKURAN KINERJA RELAI DIFERENSIALDAN BUCHHOLZ.....	57
PENILAIAN KEMAMPUAN METAKOGNITIF SISWA SMA DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA K-MEANS	73
PERANCANGAN SISTEM INFORMASI DAN PEMETAAN LOKASI TRAYEK ANGKUTAN KOTA DI KOTA BEKASI BERBASIS ANDROID	82
PENERAPAN <i>DATA MINING</i> MENGGUNAKAN ALGORITMA <i>K-MEANS</i> UNTUK MENGELOMPOKKAN KONSUMEN PADA CV MIZAN CIREBON.....	94
ANALISIS KENAIKAN DAERAH OPERASI MESIN DIESEL KONVENSIONAL SETELAH DILAKUKAN <i>TUNE UP</i>	105
THE EFFECT OF KAOLINITE ON TENSILE AND FLEXURAL BEHAVIOR OF SALACCA FIBER - REINFORCED EPOXY/KAOLINTE HYBRID COMPOSITES.....	123
ANALISIS PENINGKATAN KUALITAS TEKSTIL T/R BAGIAN <i>DYIENG</i> PADA PT. X	129
PERANCANGAN SALURAN UDARA PADA MESIN PENGERING KRUPUK RAJUNGAN DAN EMPING	139
ANALISA PENGARUH <i>WASTE</i> CETAK OFFSET TERHADAP HARGA PRODUK KAMUS INDONESIA-INGGRIS.....	151
ANALISIS SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO SAMBUNGAN LAS <i>SHIELDING METAL ARC WELDING</i> PADA <i>PLAT MILD STEEL SS400</i>	163
KARAKTERISASI SERBUK NANO BIOKERAMIK HASIL PROSES <i>BALL MILLING</i>	172
PERBANDINGAN LAJU KOROSI PADA PADUAN TITANIUM TIPE β JENIS BARU, Ti-12Cr DENGAN <i>IMMERSION TEST</i> DALAM LARUTAN NaCl 3%	179
STUDI RANCANG BANGUN DAN PENGUJIAN PADA <i>STAND ALONE SPRAYER</i> PESTISIDA BERTENAGA SURYA.....	191

PENILAIAN KEMAMPUAN METAKOGNITIF SISWA SMA DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA K-MEANS

Malikus Sumadyo¹⁾, Lucky Purwantini²⁾

¹Program Studi Teknik Komputer Universitas Islam 45 Bekasi

²Program Studi Psikologi Universitas Islam 45 Bekasi

malikuss@unismabekasi.ac.id, purwantini.lucky@gmail.com

Abstrak

Penelitian tentang penilaian kemampuan metakognitif sejak dua dekade lalu masih terus dikembangkan. Metode untuk menilai kemampuan tersebut diantaranya adalah dengan menilai hasil kuesioner *Metacognitive Awareness Inventory* (MAI) yang diisi oleh siswa. Kuesioner ini meliputi penggalian data mengenai pengetahuan deklaratif, pengetahuan prosedural dan pengetahuan kondisional pada kategori *knowledge of cognition*. Meskipun data kemampuan metakognitif telah didapatkan, namun seorang penilai ataupun pendidik akan kesulitan jika mengevaluasi siswa dengan karakteristik metakognitif yang berbeda pada setiap siswa. Oleh sebab itu diperlukan pengelompokan hasil penilaian kemampuan metakognitif. Penelitian ini bertujuan untuk menilai kemampuan metakognitif hasil kuesioner MAI dengan menggunakan algoritma K-Means untuk menentukan kelompok level. Siswa SMA sebanyak 42 orang diberikan kuesioner MAI setelah menyelesaikan salah satu ujian mata pelajaran. Kuesioner meliputi 3 sub kategori *knowledge of cognition* yang kemudian menjadi koordinat objek dengan jumlah dimensi sebanyak jumlah sub kategori. Penentuan jumlah kluster atau level menggunakan metode Elbow, dengan cara menghitung selisih *Standard Square Error* (SSE) pada setiap jumlah kluster. Hasil penelitian dapat digunakan untuk mengevaluasi proses pembelajaran terutama dari sisi perkembangan kemampuan *metacognitive knowledge* siswa.

Kata Kunci : Penilaian Metakognitif, *Metacognitive Awareness Inventory*, K-Means

PENDAHULUAN

Metakognitif

Metakognitif pada dasarnya adalah kemampuan yang dapat mendukung keberhasilan pembelajaran karena memungkinkan siswa mengatur keterampilan kognitif dan memperbaiki kekurangan yang dimilikinya dengan membangun keterampilan kognitif baru yang lebih baik. Kemampuan metakognitif terbagi menjadi dua bagian, yaitu *knowledge of cognition* dan *regulation of cognition* (Schraw & Dennison, 1994). *Knowledge of cognition* adalah pengetahuan tentang belajar, memahami, dan mengingat proses dan kondisi yang dibutuhkan perkembangan. Pengetahuan tentang kognitif ini akan menjadi dasar untuk pengaturan kognitif dalam *regulation of cognition*. Penelitian ini sebagai penelitian awal dalam penilaian metakognitif, untuk menilai bagian *knowledge of cognition*.

Pengetahuan kognitif terbagi menjadi tiga, yaitu *pertama*, pengetahuan deklaratif (*declarative knowledge*). Pengetahuan deklaratif melibatkan pengetahuan *tentang* dan *apa* (*What*). Pengetahuan ini merupakan pengetahuan faktual yang dibutuhkan siswa sebelum memproses suatu informasi. Pengetahuan deklaratif adalah pengetahuan tentang keterampilan, sumber intelektual, dan kemampuan yang dimiliki. Seorang siswa dapat memperoleh pengetahuan ini melalui beberapa cara, diantaranya presentasi, demonstrasi, dan diskusi. *Kedua*, pengetahuan prosedural (*procedural knowledge*). Pengetahuan prosedural melibatkan pengetahuan tentang cara melakukan sesuatu (*How*). Pengetahuan ini merupakan pengetahuan mengenai strategi/cara/prosedur/*step-by-step* dalam menjalankan atau mengaplikasikan atau mengimplementasikan suatu proses dalam berbagai situasi. Siswa dapat memperoleh pengetahuan ini melalui *discovery*, pembelajaran kooperatif, dan penyelesaian masalah. *Ketiga*, pengetahuan kondisional (*conditional knowledge*). Pengetahuan kondisional melibatkan pengetahuan tentang alasan (*Why*) dan kapan (*When*) mengintegrasikan dan menggunakan pengetahuan deklaratif dan prosedural. Pengetahuan ini terkait erat dengan situasi dan kondisi yang dihadapi, yang mana satu situasi dan kondisi bisa memiliki strategi/cara/prosedur/*step by step* (dalam hal ini pengetahuan prosedural) dan pengetahuan deklaratif (mis. keterampilan yang dibutuhkan) yang berbeda dengan situasi dan kondisi yang lain. Siswa dapat memperoleh pengetahuan ini melalui simulasi (Schraw & Dennison, 1994).

Kemampuan *knowledge of cognition*, memiliki peran dalam proses pembelajaran siswa. Siswa dengan *declarative knowledge* yang tinggi akan mengetahui kelebihan dan kekurangannya. Dengan mengetahui kekurangan pada suatu mata pelajaran, misalnya, seorang siswa dapat mengantisipasi kegagalan dengan mempersiapkan diri ketika menghadapi ujian mata pelajaran tersebut. Siswa dengan *procedural knowledge* yang tinggi akan mengetahui beberapa strategi yang dapat digunakan ketika belajar dan menyelesaikan masalah. Pengetahuan tersebut dapat membantu mereka memilih dan menerapkan strategi mana yang tepat pada mata pelajaran tersebut. (Pintrich, 2002). Siswa dengan *conditional knowledge* yang tinggi akan selektif dalam

mengalokasikan sumber pembelajaran mereka. Mereka juga akan menggunakan strategi pembelajaran dengan lebih efektif. Selain itu, *conditional knowledge* juga memungkinkan mereka menyesuaikan diri dengan tuntutan situasional yang berubah dari setiap tugas pembelajaran (Schraw, 1998).

Penilaian kemampuan *knowledge of cognition* dapat dilakukan dengan kuesioner (Schraw & Dennison, 1994). Kuesioner ini meliputi 17 pertanyaan dengan rincian, 8 pertanyaan untuk pengetahuan deklaratif, 4 pertanyaan untuk pengetahuan prosedural dan 5 pertanyaan untuk pengetahuan kondisional. Schraw & Dennison menilai hasil kuesioner dengan nilai 1 untuk pertanyaan yang dijawab dengan *Ya* dan nilai 0 untuk pertanyaan yang dijawab dengan *Tidak*. Kemampuan masing masing dinilai dengan menjumlahkan pada setiap kelompok pengetahuan.

Algoritma K-Means

Data Mining adalah teknologi yang memuat beberapa metode analisis data dengan algoritma untuk memproses data berukuran besar. Istilah lain dari data mining adalah *Knowledge Discovery in Database* (KDD), *Knowledge Extraction*, ataupun *Pattern Analylis*. Teknik data mining ini digunakan untuk mendapatkan informasi dari basis data berukuran besar sebagai cara untuk menemukan pola baru yang bermanfaat.

Menurut Jiawei Han dalam bukunya (Han, Kamber, & Pei, 2012), salah satu metode dalam data mining adalah pengelompokan data atau klusterisasi. Versi paling sederhana dan paling mendasar dari analisis kluster adalah partisi, yang mengatur objek-objek dari himpunan menjadi beberapa kelompok atau gugus eksklusif. K-Means adalah salah satu algoritma dalam data mining untuk pengelompokan data versi partisi. Tujuannya adalah untuk membagi data menjadi beberapa kelompok. Misalkan terdapat himpunan data D yang berisi objek sebanyak n dalam ruang Euclidean, dengan menggunakan metode partisi diasumsikan bahwa D terbagi dalam kluster sebanyak k , sehingga didapatkan kluster $C_1, \dots, C_k$ dimana C adalah himpunan bagian dari D dan irisan dari setiap kluster adalah himpunan kosong.

Teknik partisi berbasis *centroid* menggunakan centroid pada setiap kluster C_i untuk merepresentasikan kluster. Jadi pusat kluster c_i merupakan titik tengah dari setiap kluster. Penentuan titik tengah dengan menggunakan rata-rata jarak dengan setiap objek adalah ciri khas algoritma K-Means. Perbedaan jarak antara objek p dalam kluster C_i dan wakil *cluster* c_i diukur dengan jarak (p, c_i) , dimana jarak (x, y) adalah jarak Euclidean antara dua titik x dan y . Kualitas kluster c_i dapat diukur dengan variasi dalam kluster, yang merupakan jumlah kuadrat error antara semua objek di C_i dengan *centroid* c_i yang didefinisikan sebagai (1)

$$E = \sum_{i=1}^k \sum_{p \in C_i} |p - c_i|^2 \quad (1)$$

dimana E adalah jumlah kuadrat error untuk semua objek dalam himpunan data, p adalah titik dalam ruang yang mewakili objek, dan c_i adalah rata-rata titik dalam setiap kluster k yang ditentukan secara acak sebelumnya.

Tahapan proses dalam algoritma K-Means, menurut Pavel Berkhin yang dirujuk dalam makalah (Andayani, 2007), pertama kali harus ditetapkan jumlah kluster yang akan dibentuk. Kemudian tentukan salah satu titik untuk dijadikan titik tengah sementara. Selanjutnya secara berulang akan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan koordinat titik tengah setiap kluster
2. Menentukan jarak setiap objek terhadap koordinat titik tengah
3. Mengelompokkan objek-objek pada jarak minimumnya

Ketiga langkah tersebut dilakukan berulang hingga tidak ada lagi pemindahan objek dari kluster satu ke kluster yang lain, sehingga terbentuk semua kluster definitif seperti dalam Gambar 1.

Gambar 1. Diagram Alir Algoritma K-Means

Metode Elbow

Metode Elbow adalah metode untuk menentukan jumlah kluster terbaik dalam menggunakan klusterisasi K-Means. Untuk menguji konsistensi jumlah kluster yang tepat dalam analisis kluster, selisih paling ekstrim dalam perbedaan *Standard Square Error* (SSE) setiap perubahan jumlah kluster merupakan jumlah kluster terbaik. Demikian menurut Bholowalia dan Kumar dalam paper (Savitri, Bachtiar, & Setiawan, 2018), dan dikutip juga dalam paper (Putu et al., n.d.). Algoritma metode Elbow dalam menentukan nilai k pada K-Means adalah sebagai berikut:

- a. Inisialisasi $S_k=1$
- b. Mulai
- c. $S_k = S_k+1$
- d. Menghitung SSE
- e. Nilai SSE mengalami penurunan drastis
- f. Nilai S_k pada saat penurunan drastis adalah nilai k optimal
- g. Selesai

Klusterisasi Kemampuan Metakognitif

Kemampuan metakognitif siswa, khususnya kemampuan dalam memahami pengetahuan kognitif yang mereka miliki bisa jadi tidak merata dalam ketiga komponennya yaitu pengetahuan deklaratif, pengetahuan prosedural dan pengetahuan kondisional. Oleh karena itu diperlukan penilaian yang memuat ketiga komponen yang merupakan bagian dari kategori pengetahuan kognitif tersebut. Nilai ini tentunya akan membuat banyak variasi karena menguantifikasi nilai tiga komponen menjadi salah satu koordinat dalam ruang Euclidean. Karena variasi tersebut akan membuat kesulitan dalam menentukan kelompok yang menonjol pada komponen tertentu, maka klusterisasi menjadi solusi untuk menyelesaikan masalah pengelompokan dalam penilaian ini. Klusterisasi dengan metode K-Means adalah metode yang cukup sederhana untuk menyelesaikannya karena pendekatan partisi dan nilai tengah rata-rata dapat diterapkan untuk tipe data kemampuan metakognitif ini.

Rumusan masalah dalam paper ini adalah bagaimana penilaian kemampuan metakognitif dengan kuesioner MAI dapat dikelompokkan dalam tingkatan kemampuan *knowledge of cognition*. Dan bagaimana menentukan bahwa jumlah kluster tersebut sudah optimal. Pembuktian dari pengujian ini akan diungkapkan dalam bagian 5 kesimpulan. Hasil dan pembahasan ada di bagian 4 dan metode yang digunakan berada di bagian 3. Bagian 2 adalah penelitian sebelumnya yang terkait dengan penilaian kemampuan metakognitif dan penggunaan algoritma K-Means dalam pembelajaran.

PENELITIAN TERKAIT

Penelitian ini dilakukan dengan mereview penelitian sebelumnya yang terkait dalam tiga bahasan pokok yaitu pengukuran metakognitif menggunakan kuesioner MAI, pengelompokan data dengan menggunakan klusterisasi algoritma K-Means, dan menentukan jumlah k dalam penentuan jumlah kluster optimal.

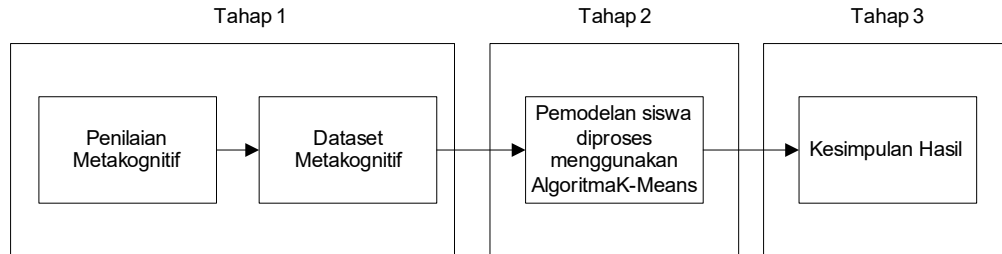
Dalam paper Hidayah (Hidayah et al., 2016) disebutkan bahwa penelitian terhadap mahasiswa tingkat sarjana dapat dilakukan penilaian metakognitif menggunakan kuesioner Metacognitive Awareness Inventory (MAI), dengan asumsi bahwa mahasiswa lebih membutuhkan *self-regulated learning*. Hasil kuesioner MAI dengan 5 pilihan skala *likert* pada dua kategori *knowledge of cognition* dan *regulation of cognition*. Kategori pertama dengan 3 subkategori dan kategori kedua dengan 5 subkategori. Penelitian tersebut juga menggunakan K-Means untuk pengelompokan penilaian metakognitif. Hasilnya dalam penelitian tersebut menunjukkan bahwa skema yang diajukan dapat dimanfaatkan sebagai sarana untuk mengelompokkan mahasiswa berdasarkan kesadaran metakognitif mereka, sebagian memiliki kesadaran metakognitif yang baik dan yang lain yang membutuhkan bimbingan dan nasihat lebih lanjut untuk membantu mereka mencapai hasil yang lebih baik dan menghindari kegagalan. Dibandingkan dengan penelitian yang kami lakukan mempunyai perbedaan tingkat pendidikan responden. Responden pada penelitian Hidayah adalah mahasiswa tingkat sarjana, sedangkan penelitian kami responden adalah siswa SMA yang secara usia memiliki kesadaran *self-regulated learning* yang berbeda.

Paper Andayani (Andayani, 2007) mengungkapkan tentang langkah-langkah algoritma K-Means sebagai algoritma paling populer di dunia industri. Secara matematik setiap langkah diuraikan dalam bentuk matrik. Namun demikian dalam paper tersebut tidak menjadikan metode Elbow sebagai metode pilihan untuk menentukan k terbaik. Sedangkan pada paper Savitri (Savitri et al., 2018) menjelaskan penggunaan metode K-Means dengan menentukan k terbaik dengan menggunakan metode Elbow. Terdapat 3 faktor yang diteliti dalam penelitian Savitri untuk mengetahui karakteristik pelanggan, yaitu perilaku *Recency*, *Frequency*, dan *Monetary*. Segmentasi perilaku pelanggan dikelompokkan dengan metode K-Means dan metode Elbow digunakan untuk membantu menentukan jumlah segmen. Penelitian ini mempunyai kemiripan dengan penelitian kami terutama pada metode yang digunakan serta penentuan jumlah k terbaik. Penentuan jumlah k terbaik juga ditekankan dalam paper (Putu et al., n.d.) menggunakan metode Elbow. Putu melakukan pengelompokan data mahasiswa dengan atribut prestasi dan aktifitas akademik serta atribut pendukung lainnya.

Andria Young dalam (Blake & Paquette, 2010) mengungkapkan bahwa hasil kuesioner MAI mempunyai sangat signifikan dengan indeks prestasi kumulatif mahasiswa, meskipun angkanya cukup berbeda jika dibandingkan dengan mahasiswa pasca sarjana. Bahkan kuesioner MAI dapat dijadikan alat skrining untuk mengidentifikasi siswa yang membutuhkan intervensi metakognitif.

METODE

Berdasarkan hasil review literatur, dalam melakukan penilaian metakognitif menggunakan data mining algoritma K-Means melalui beberapa tahapan untuk mencapai output. Tahapan tersebut seperti tertera dalam Gambar 2.



Gambar 2. Tahapan Penilaian Metakognitif

Pada tahap 1, penilaian metakognitif dilaksanakan dengan menggunakan kuesioner *Metacognitive Awareness Inventory* (MAI). Kuesioner ini terdiri dari pertanyaan untuk pengetahuan metakognitif (*metacognitive knowledge*) dan pengaturan metakognitif (*metacognitive regulation*). Dalam penelitian ini hanya menilai kemampuan pada pengetahuan metakognitif yang terdiri dari pengetahuan deklaratif, pengetahuan prosedural dan pengetahuan kondisional, dengan contoh pertanyaan seperti dalam Tabel 2.

Tabel 2. Pertanyaan Pengetahuan Metakognitif

No	Pernyataan	Ya	Tidak
1.	Ketika menyelesaikan soal matematika, saya menggunakan strategi/cara yang telah terbukti berhasil sebelumnya		
2.	Saya mengetahui kelebihan dan kekurangan kemampuan saya		
3.	Saya mengetahui jenis informasi atau pengetahuan apa yang paling penting untuk dipelajari		

Data yang diperoleh dari hasil kuesioner dilakukan normalisasi, karena jumlah pertanyaan dalam setiap pengetahuan metakognitif berbeda. Jadi nilai setiap pengetahuan dibagi dengan banyak pertanyaan pada setiap pengetahuan. Pada tahap 2, nilai siswa dalam tiga kategori pengetahuan metakognitif dimodelkan menjadi sumbu axis dalam koordinat tiga dimensi. Sebaran titik koordinat membentuk kelompok klaster dengan jumlah klaster terbaik yang dihitung dengan metode Elbow. Setelah jumlah k terbaik dapat diketahui, anggota klaster akan ditentukan menggunakan metode K-Means dengan mencari jarak terdekat terhadap kelompok klasternya. Demikian juga titik *centroid* klaster dapat ditentukan. Pada tahap 3, pengelompokan dengan metode K-Means menentukan secara definitif tingkatan kemampuan pengetahuan metakognitif siswa, sehingga dapat dijadikan bahan evaluasi dalam proses pendidikan selanjutnya

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 3. Hasil Pengumpulan Data

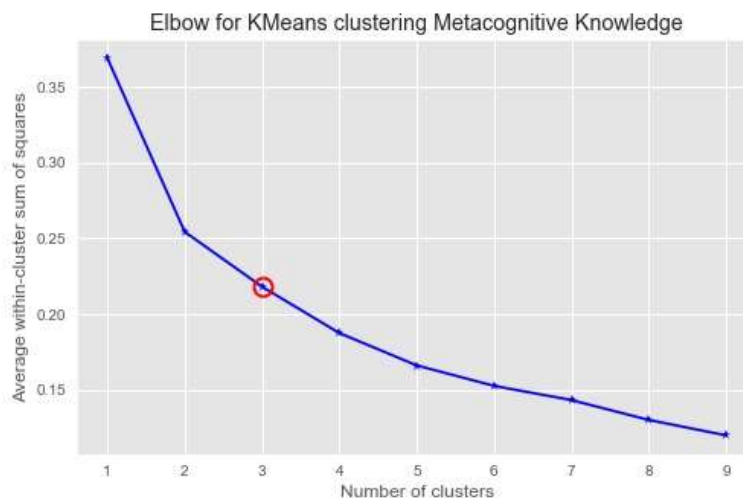
No.	Jenis Kelamin	Usia	D (8)	P (4)	K (5)
1	Perempuan	17 Tahun	3	3	3
2	Perempuan	18 Tahun	6	3	3
3	Laki-laki	17 Tahun	4	3	3
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
41	Perempuan	17 Tahun	8	4	5
42	Laki-laki	18 Tahun	8	3	4

Data hasil kuesioner dari 42 siswa SMA direkapitulasi untuk yang menjawab ‘ya’ sesuai kategori pertanyaan tentang pengetahuan deklaratif (8 pertanyaan), pertanyaan pengetahuan prosedural (4 pertanyaan) dan pertanyaan pengetahuan kondisional (5 pertanyaan) menghasilkan Tabel 3. Jumlah pertanyaan yang berbeda pada setiap kategori mengharuskan nilai metakognitif untuk dilakukan normalisasi. Setiap nilai responden dibagi dengan jumlah pertanyaan kategori sehingga menghasilkan nilai dengan besaran antara 0 sampai dengan 1 seperti yang disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Data Hasil Normalisasi

No	Deklaratif	Prosedural	Kondisional
1	0,375	0,75	0,6
2	0,75	0,75	0,6
3	0,5	0,75	0,6
...	...	...	...
...	...	...	...
...	...	...	...
41	1	1	1
42	1	0,75	0,8

Sesuai dengan penjelasan sebelumnya dalam metodologi bahwa ketiga kolom penilaian menjadi axis dalam koordinat tiga dimensi. Setiap objek atau data responden dapat dihitung jarak antara satu dengan yang lain. Dengan menggunakan algoritma K-Means dapat ditentukan pengelompokan berdasarkan rata-rata jarak terdekat sehingga dapat ditentukan masing masing titik *centroid*nya. Jumlah pengelompokan terbaik ditentukan dengan menggunakan metode Elbow menghasilkan nilai 3. Jadi berdasarkan sebaran data yang ada akan lebih baik jika dibagi menjadi 3 kelompok. Gambar 3 berikut ini adalah hasil perhitungan dengan metode Elbow dengan menggunakan Python.



Gambar 3. Jumlah k klaster terbaik

Ketiga klaster terbentuk setelah dilakukan pengulangan sedemikian rupa sehingga tidak ada lagi titik objek yang berpindah dari klaster satu ke klaster yang lain. Dalam aplikasi Python sudah terdapat fasilitas untuk menjalankan algoritma K-Means seperti pada potongan list program pada Gambar 4.

```
f1 = df['deklaratif'].values
f2 = df['prosedural'].values
f3 = df['kondisional'].values
X=np.matrix(zip(f1,f2,f3))
kmeans = KMeans(n_clusters=3).fit(X)
```

Berikut ini adalah tabel-tabel hasil pengelompokan menggunakan metode klusterisasi K-Means dengan tiga tingkat *centroid*. Tabel 5 adalah tabel kelompok untuk klaster metakognitif rendah. Kelompok ini mempunyai rata-rata pengetahuan deklaratif dan pengetahuan kondisional dalam kategori sedang, namun mempunyai kemampuan pengetahuan prosedural yang jauh lebih rendah dibawah rata-rata. Sedangkan tabel 6 adalah tabel kelompok untuk klaster metakognitif sedang. Meskipun mempunyai nilai rata-rata pengetahuan deklaratif dan pengetahuan kondisional sedikit dibawah kategori rendah, tetapi rata-rata kemampuan pengetahuan prosedural tinggi hampir menyamai kelompok klaster tinggi. Tabel 7 adalah tabel kelompok untuk klaster metakognitif tinggi. dalam tabel ini ketiga kemampuan pengetahuan metakognitifnya mendominasi kelompok lain. Pada Tabel 8 menggambarkan titik-titik *centroid* masing-masing klaster.

Tabel 5. Klaster Metakognitif Rendah

No	Id	Deklaratif	Prosedural	Kondisional	Klaster
1	5	0,5	0,5	1	Rendah
2	10	0,75	0,5	0,4	Rendah
3	12	0,75	0,5	0,6	Rendah
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
11	36	0,75	0,5	0,8	Rendah
12	39	0,5	0,25	0,8	Rendah
Rata-rata		0,625	0,4166667	0,6166667	0,552778

Tabel 6. Klaster Metakognitif Sedang

No	Id	Deklaratif	Prosedural	Kondisional	Klaster
1	1	0,375	0,75	0,6	Sedang
2	2	0,75	0,75	0,6	Sedang
3	3	0,5	0,75	0,6	Sedang
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
8	37	0,5	0,75	0,6	Sedang
9	40	0,75	0,75	0,6	Sedang
Rata-rata		0,583333	0,8055556	0,5777778	0,655556

Tabel 7. Klaster Metakognitif Tinggi

No	Id	Deklaratif	Prosedural	kondisional	Klaster
1	4	0,625	1	1	Tinggi
2	6	0,875	1	1	Tinggi
3	9	0,875	1	0,8	Tinggi
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
20	41	1	1	1	Tinggi
21	42	1	0,75	0,8	Tinggi
Rata-rata		0,827381	0,9285714	0,95238095	0,902778

Tabel 8. Titik-titik *centroid* klaster

Klaster	Titik <i>Centroid</i>		
	Deklaratif	Prosedural	Kondisional
Rendah	0,6750	0,4000	0,7200
Sedang	0,5729	0,7292	0,5333
Tinggi	0,8250	0,9500	0,9500

Berdasarkan hasil klasterisasi dengan metode K-Means, diperoleh tiga klaster, yaitu *pertama*, klaster metakognitif rendah dengan titik *centroid* pengetahuan deklaratif sebesar 0,6750; pengetahuan prosedural sebesar 0,4000; dan pengetahuan kondisional sebesar 0,7200. *Kedua*, klaster metakognitif sedang dengan titik *centroid* pengetahuan deklaratif sebesar 0,5729; pengetahuan prosedural sebesar 0,7292; dan pengetahuan kondisional sebesar 0,5333. *Ketiga*, klaster metakognitif tinggi dengan titik *centroid* pengetahuan deklaratif sebesar 0,8250; pengetahuan prosedural sebesar 0,9500; dan pengetahuan kondisional sebesar 0,9500.

Klasterisasi juga menemukan bahwa terdapat 12 subjek yang termasuk dalam klaster metakognitif rendah; 9 subjek termasuk dalam klaster metakognitif sedang, dan 21 subjek termasuk dalam klaster metakognitif tinggi. Berdasarkan jumlah subjek pada tiap klaster, dapat dikatakan bahwa mayoritas subjek memiliki kemampuan metakognitif tinggi.

Siswa dengan kemampuan metakognitif tinggi adalah siswa yang memiliki pengetahuan deklaratif, prosedural, dan kondisional yang juga tinggi. Pengetahuan deklaratif merupakan pengetahuan *tentang* dan *apa* (*What*), dalam hal ini pengetahuan tentang keterampilan, sumber intelektual, dan kemampuan yang dimiliki (Schraw & Dennison, 1994). Dengan demikian, siswa dengan pengetahuan deklaratif yang tinggi akan memiliki pengetahuan yang baik mengenai keterampilan, sumber intelektual, dan kemampuannya, termasuk kelebihan dan kekurangannya. Dengan mengetahui hal-hal mendasar tentang diri sendiri, siswa mengetahui letak kelebihan dan kekurangannya. Dengan pengetahuan tersebut, siswa dapat memilah strategi yang akan digunakannya dalam menyelesaikan masalah.

Pengetahuan tentang strategi disebut juga pengetahuan prosedural. Pengetahuan ini melibatkan pengetahuan mengenai cara melakukan sesuatu (*How*). Siswa yang memiliki pengetahuan prosedural yang tinggi, selain memiliki pengetahuan tentang beberapa strategi penyelesaian masalah, juga memiliki kemampuan untuk memilah dan memilih strategi yang akan digunakannya, terlebih ketika dihadapkan pada satu kondisi yang menuntut penyelesaian masalah.

Pengetahuan kondisional merupakan pengetahuan yang melibatkan alasan (*Why*) dan kapan (*When*) mengaplikasikan dan mengintegrasikan pengetahuan deklaratif dan prosedural. Siswa yang memiliki pengetahuan kondisional yang tinggi akan mengetahui penyebab ia memilih suatu strategi yang akan digunakannya pada suatu kondisi. Siswa tersebut mengetahui bahwa suatu strategi ada yang hanya dapat diaplikasikan pada satu kondisi, dan ada pula yang dapat diaplikasikan pada beberapa kondisi.

Dengan pengetahuan deklaratif, prosedural, dan kondisional yang tinggi, pengambilan keputusan untuk menyelesaikan masalah akan lebih efektif dan efisien. Efektivitas dan efisiensi tersebut akan sulit tercapai ketika kemampuan metakognitif seseorang berada pada klaster sedang dan rendah.

PENUTUP

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa *pertama*, kemampuan metakognitif dapat dimodelkan dalam objek multidimensi yang dipetakan dalam koordinat dengan mengasumsikan setiap axis sebagai kategori pengetahuan dalam pengetahuan kognitif (*knowledge of cognition*), sehingga dapat diketahui jarak setiap objek terhadap objek yang lain. Kesimpulan *kedua*, sebaran semua titik objek dapat dikelompokkan sesuai jaraknya hingga terbentuk klaster-klaster dengan masing-masing *centroidnya*, sehingga dengan terkelompoknya objek dapat dikenali klaster / kelompok kemampuan metakognitif siswa. Hasil klasterisasi dengan metode K-Means didapatkan tiga klaster, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Kesimpulan *ketiga*, bahwa jika tiga pengetahuan dalam *knowledge of cognition* (pengetahuan deklaratif, prosedural, dan kondisional) dinilai tinggi akan cenderung dapat membantu siswa mengambil keputusan dan menyelesaikan masalah dengan lebih efektif dan efisien, berarti 50% dari siswa SMA tersebut mempunyai kemampuan metakognitif yang dapat membantu pengambilan keputusan untuk menyelesaikan masalah dengan efektif dan efisien. Sisanya 29 % mempunyai kemampuan rendah dan 21% mempunyai kemampuan sedang. Dengan demikian seorang guru maupun pendidik lain dapat melakukan evaluasi perkembangan siswanya dengan melakukan penilaian metakognitif, namun perlu diperhatikan pada jumlah data. Jumlah data yang lebih besar dengan *Sum Square Error* lebih besar akan memungkinkan jumlah *k* yang lebih banyak, sehingga menghasilkan level yang lebih variatif yang akhirnya akan membantu pendidik untuk lebih mengembangkan analisis terhadap perkembangan anak didik.

DAFTAR PUSTAKA

- Andayani, S. (2007). Pembentukan *cluster* dalam Knowledge Discovery in Database dengan Algoritma K-Means. *SEMNAS Matematika Dan Pend. Matematika 2007*.
- Blake, K., & Paquette, C. (2010). The role of radiology in the undergraduate medical curriculum. *Medical Teacher*. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2010.487711>
- Han, J., Kamber, M., & Pei, J. (2012). Introduction. In *Data Mining* (pp. 1–38). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-381479-1.00001-0>
- Hidayah, I., Adji, T. B., Setiawan, N. A., & Maharani, K. (2016). Work in progress: Application of unsupervised learning method toward student's metacognition assessment. In *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON* (Vol. 10–13–Apri, pp. 1175–1178). <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2016.7474704>
- Pintrich, P. R. (2002). The role of metacognitive knowledge in learning, teaching, and assessing. *Autumn*, 41(4).
- Putu, N., Merliana, E., Studi, P., Teknik, M., Industri, F. T., & Jaya, U. A. (n.d.). Analisa Penentuan Jumlah *Cluster* Terbaik Pada Metode K-Means. *Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu & Call for Papers Unisbank (Sendi_U)*, 978–979.
- Savitri, A. D., Bachtiar, F. A., & Setiawan, N. Y. (2018). Segmentasi Pelanggan Menggunakan Metode K-Means *Clustering* Berdasarkan Model RFM Pada Klinik Kecantikan (Studi Kasus : Belle Crown Malang), 2(9), 2957–2966.
- Schraw, G. (1998). Promoting general metacognitive awareness. *Instructional Science*, 26(1), 113–125. <https://doi.org/10.1023/A:1003044231033>
- Schraw, G., & Dennison, R. S. (1994). Assessing metacognitive awareness. *Contemporary Educational Psychology*, 19(4), 460–475. <https://doi.org/10.1006/ceps.1994.1033>