

K-MEANS CLUSTERING UNTUK KLASIFIKASI STANDAR KUALIFIKASI PENDIDIKAN DAN PENGALAMAN KERJA GURU SMK DI INDONESIA

Aris Eko Wibowo¹, Theophile Habanabakize²

¹ Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia;

² Rwanda Polytechnic-IPRC Tumba, Rwanda

Email: arisekowibowo@uny.ac.id

ABSTRACT

The mapping of teacher resources is fundamental to the improvement of education quality in Indonesia. This study aims to classify the Indonesian provinces regarding the improvement of vocational teachers based on qualification standards and work experience. A quantitative approach with K-means cluster analysis with two parameters is used to classify the provinces into three main clusters. K-means clustering is commonly used to group a set of objects based on similarity characteristics with large amounts of data and fast computation time. The parameters used are the number of principals and teachers of SMK with education below S1 and those of SMK with work experience of less or equal to 4 years. The data comes from the ministry of education and culture. R software is used to help analyze. The formation of clusters is based on the similarity of characteristics of each province. The results of this study indicate that Cluster 1 consists of 8 provinces, Cluster 2 consists of 19 provinces, and Cluster 3 consists of 7 provinces. Cluster 2 was found to be the best cluster. Furthermore, 55.89% of provinces meet the requirements to become pilot models regarding quality human resource management in Indonesia. Increased opportunities and facilitation of further studies and the provision of teacher apprenticeship programs to improve the experience are urgently needed to support a better quality of education.

Keywords: teacher qualifications, experience, quality education, k-means, clustering, vocational

ABSTRAK

Pemetaan SDM guru menjadi hal yang fundamental untuk mengarah pada upaya peningkatan kualitas pendidikan di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan provinsi-provinsi di Indonesia dalam hal peningkatan kualitas guru SMK berdasarkan standar kualifikasi dan pengalaman kerja. Pendekatan kuantitatif dengan analisis kluster *K-means* dengan dua parameter digunakan untuk mengklasifikasikan provinsi-provinsi di Indonesia menjadi tiga kluster utama. *K-means clustering* umum digunakan untuk mengelompokkan satu set objek berdasarkan karakteristik kesamaan dengan jumlah data yang besar dan waktu komputasi yang cepat. Parameter yang digunakan adalah jumlah kepala sekolah dan guru SMK dengan pendidikan di bawah S1, dan jumlah kepala sekolah dan guru SMK dengan pengalaman kerja kurang atau sama dengan 4 tahun. Data berasal dari kementerian pendidikan dan kebudayaan. R software digunakan untuk membantu menganalisis. Pembentukan kluster-kluster berbasis pada kemiripan karakteristik masing-masing provinsi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Kluster 1 dengan 8 provinsi, Kluster 2 terdiri dari 19 provinsi, dan Kluster 3 terdiri dari 7 provinsi. Kluster 2 didapati sebagai cluster terbaik. Selanjutnya, 55,89% provinsi memenuhi syarat untuk menjadi model percontohan dalam hal pengelolaan SDM berkualitas di Indonesia. Peningkatan kesempatan dan fasilitasi studi lanjut serta pengadaan program magang guru untuk meningkatkan pengalaman sangat dibutuhkan guna mendukung kualitas pendidikan yang lebih baik.

Kata kunci: kualifikasi guru, pengalaman guru, kualitas pendidikan, *K-means*, clustering, kejuruan

PENDAHULUAN

Kualitas pendidikan di Indonesia menempati peringkat ke-54 dari 78 negara (World Population Review, 2022). Mengacu

pada hasil tersebut, di Kawasan Asia Tenggara, Indonesia berada di bawah Singapura, Malaysia, dan Thailand. Begitu pula hasil *Programme for International Student Assessment* (PISA), Indonesia berada di peringkat ke-72 dari 77

negara (OECD, 2019). Kualitas pendidikan berada di tangan guru. Rendahnya kompetensi guru dan lambatnya penerapan sistem pendidikan yang up to date dengan perkembangan teknologi ditengarai menjadi penyebab utama rendahnya kualitas pendidikan. UNESCO melaporkan bahwa pendidikan di Indonesia menempati peringkat ke-10 dari 14 negara berkembang. Bahkan sungguh ironis dimana peringkat untuk komponen guru berada urutan ke-14 dari 14 negara berkembang di dunia (UNESCO, 2016). Guru merupakan unsur penting dalam pendidikan nasional. Undang-undang Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen menyebutkan guru sebagai agen pembelajaran (learning agent) yang harus menjadi fasilitator, motivator, pemacu, perekayasa pembelajaran, dan pemberi inspirasi belajar bagi peserta didik.

Alokasi anggaran pendidikan pada APBN 2022 mencapai Rp 621,3 triliun atau mencapai 20% dari belanja negara. Komponen gaji dan tunjangan guru menjadi alokasi belanja terbanyak. Diperkirakan penghasilan guru melonjak hingga tiga kali lipat saat ini. Besarnya anggaran pendidikan tidak begitu saja secara langsung mengubah kualitas pendidikan menjadi lebih baik. Hasil Uji Kompetensi Guru (UKG) 2019, rata-rata nasional hanya 44.5, masih di bawah nilai standar 55. Bahkan, kompetensi pedagogik, yang menjadi kompetensi utama guru pun belum menggembirakan. Neraca Pendidikan Daerah (NPD) menyimpulkan bahwa banyak daerah yang memiliki UKG lebih rendah dari rerata UKG nasional (Kemendikbud, 2019).

Di Indonesia masih terdapat guru yang belum memenuhi kualifikasi setara sarjana. Sedikitnya terdapat 3,54% guru SMK dengan pendidikan terakhir di bawah S1/DIV (Kemendikbud, 2021), padahal Permendikbud Nomor 32 tahun 2018 Pasal 37 menyebutkan bahwa kualifikasi guru dan kepala SMK adalah berijazah paling rendah S1/DIV. Latar belakang pendidikan guru akan mempengaruhi proses pembelajaran di kelas, yang meliputi metode

pembelajaran hingga pelaksanaan evaluasi (Martín-Díaz, 2006).

Persentase guru SMK yang telah memiliki sertifikat pendidik juga tergolong rendah. Berdasarkan data Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, persentase guru SMK yang telah tersertifikasi hanya sebesar 28,49% (Kemendikbud, 2019). Sertifikat pendidik merupakan tolok ukur profesionalisme guru sesuai UU No.14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen. Rendahnya guru SMK yang telah tersertifikasi mengindikasikan program peningkatan keprofesionalisme guru bagi guru belum terlaksana secara optimal khususnya guru jenjang SMK. Rendahnya persentase guru SMK yang telah tersertifikasi menyiratkan bahwa masih banyak guru yang kurang melakukan pengembangan diri untuk menambah wawasan, pengalaman dan kompetensinya dalam mengajar.

Pengalaman merupakan salah satu faktor dalam mendukung kesuksesan mengajar seorang guru. Guru dengan jam terbang tinggi semakin matang dalam mengajar dan mampu menghasilkan pengajaran yang efektif (Stanley, 2001). Pengalaman guru Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) baik dari segi mengajar maupun dari segi perkembangan teknologi di dunia kerja minim. Guru SMK dengan pengalaman mengajar 4 tahun ke bawah masih cukup tinggi yakni mencapai 39% (Kemendikbud, 2021). Pembelajaran di SMK yang mengutamakan dominasi kompetensi serta keterampilan membutuhkan para pendidik yang memahami perkembangan teknologi di dunia luar sekolah. Pendekatan yang dilakukan pengajar di SMK masih belum menyesuaikan dengan tuntutan kompetensi di dunia kerja. Penyebabnya adalah pengajar SMK umumnya tidak berbekal pengalaman terjun pada bidang usaha serta industri yang terus menuntut perubahan. Kemampuan pengajar dalam mentransfer keterampilan dan pengetahuan perkembangan teknologi terbaru yg dipakai perusahaan-perusahaan wajib menjadi perhatian khusus.

Sudah tidak diragukan lagi bahwa peran guru sangat strategis dalam peningkatakan kualitas pendidikan. Pengembangan kurikulum memang merupakan hal yang tidak boleh dikesampingkan, namun hal itu tidak genting. Kualitas guru merupakan pondasi yang harus terpenuhi sebelum membangun kompetensi siswa. Pembinaan kualifikasi, pengalaman kerja, kualitas dan kompetensi guru dalam mendidik harus menjadi prioritas sebelum membahas tentang kurikulum yang efektif. Guru akan kesulitan dalam beradaptasi dengan kurikulum sebaik apapun jika kompetensi dan pengalamannya rendah. Pendidikan akan menjadi bom waktu yang siap merusak masa depan bila kualitas guru tidak menjadi perhatian serius. Pemenuhan kualifikasi guru dan peningkatan pengalaman kerja sebagai dasar peningkatan kompetensi guru merupakan titik penting kualitas pendidikan Indonesia saat ini dan di masa depan.

Salah satu cara untuk menggambarkan kualitas pendidikan adalah dengan mengklasifikasikannya ke dalam beberapa kategori (Yamauchi, 2011). Kategori sering disebut sebagai cluster untuk melihat profil dan karakteristik bersama dari objek yang ditentukan (Everitt & Hothorn, 2011; Härdle & Simar, 2012). Pembuatan profil cluster pemenuhan standar kualifikasi dan pengalaman kerja guru yang dilakukan oleh setiap provinsi memungkinkan pemerintah untuk lebih memahami kinerja mereka dalam mengelola pendidikan berdasarkan Permendikbud Nomor 32 tahun 2018 Pasal 37.

Analisis kluster diadopsi untuk mengklasifikasikan sekolah menengah atas oleh peneliti sebelumnya (Aoyama et al., 2011; Chabrol et al., 2015; DeSmet et al., 2015; Ng et al., 2016) menerapkan analisis cluster untuk mengklasifikasikan konfigurasi motivasi siswa sekolah menengah atas di Iran ketika belajar bahasa kedua. Analisis kluster dijabarkan dengan melakukan pendekatan *K-means* dalam mendistribusikan guru sekolah menengah atas di Indonesia (Widiyaningtyas et al., 2017). Penelitian lain juga mengungkap penerapan

analisis kluster dalam pemetaan kualitas pendidikan di setting sekolah Indonesia (Ananda, 2019; Nugraha & Hairani, 2018; Oktavianty et al., 2019; Prayoga & Zain, 2016; Wijayanto, 2016).

Penelitian-penelitian di atas telah banyak melakukan klaterisasi berkaitan dengan kualitas pendidikan, Namun demikian penelitian dasar tentang manajemen guru belum banyak yang berfokus pada pemetaan dan pengklasifikasian provinsi-provinsi di Indonesia dalam memenuhi standar kualifikasi guru SMK berdasarkan Permendikbud Nomor 32 tahun 2018 Pasal 37 dan peningkatan pengalaman kerja guru. Mengingat peran penting pemetaan ini untuk peningkatan mutu pendidikan skala nasional, studi ini terutama bertujuan untuk mengklasifikasikan seluruh provinsi di Indonesia dalam bentuk kluster berdasarkan kesamaan karakteristik standar kualifikasi guru. Ini menggunakan pendekatan *K-means*, salah satu metode *clustering* yang paling banyak digunakan, untuk mendapatkan cluster ini.

METODE

Studi ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan mengandalkan data sekunder, yaitu data statistik sekolah menengah atas pada periode akademik 2020- 2021. Data tersebut dikumpulkan dari Data Statistik Pendidikan yang dirilis oleh Pusat Data dan Teknologi Informasi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. Database ini merupakan sistem pendataan berskala nasional yang terintegrasi dan berperan sebagai sumber data utama pendidikan nasional di Indonesia (Kemendikbud, 2021). Data yang statistik pendidikan mencakup 34 provinsi di Indonesia.

Penelitian ini menetapkan 2 (dua) indikator yang mewakili kualitas pengelolaan guru SMK tahun pelajaran 2020-2021, khususnya berkaitan dengan pemenuhan kualifikasi dan peningkatan pengalaman kerja dalam konteks Indonesia. Klasifikasi provinsi diberlakukan berdasarkan indikator atau

parameter kualifikasi pendidikan minimal S1 dan pengalaman guru minimal 4 tahun.

Penelitian ini menggunakan metode analisis *cluster* dengan menggunakan pendekatan *K-Means*, yang umum digunakan untuk mengelompokkan satu set objek berdasarkan karakteristik kesamaan dengan jumlah data yang besar dan waktu komputasi yang cepat (Russell & Norvig, 2010). Proses pemberian cluster provinsi ditunjukkan dengan mengelompokkan data yang memiliki parameter yang sama menjadi satu atau lebih cluster. Sebaliknya, data dengan karakteristik yang berbeda dikelompokkan dengan kelompok lain. Metode *clustering* ini berfungsi untuk mendeteksi kelompok observasi yang dilengkapi dengan fitur homogen dan membedakannya dari kelompok lain (Everitt & Hothorn, 2011). Selain itu, penelitian ini juga menggunakan solusi tiga kluster. Kesamaan antar objek dilakukan dengan membandingkan pasangan pengamatan (x_i, x_j) , di mana $x_i^T = (x_{i1}, \dots, x_{ip})$, $x_j^T = (x_{j1}, \dots, x_{jp})$, dan $x_{ip}, x_{jp} \in \{0,1\}$ (Härdle & Simar, 2012).

Analisis cluster dilakukan dengan langkah-langkah tertentu (Everitt & Hothorn, 2011; Thrun, 2018). Langkah pertama: memilih satu set variabel yang digunakan untuk mengelompokkan objek ke dalam cluster (C_k). Langkah kedua: menginisialisasi pusat kluster acak, yang disebut sentroid. Proses ini dilakukan di ruang input. Langkah ketiga: menentukan titik data yang paling dekat dengan setiap sentroid ke titiknya. Langkah keempat: memetakan titik data. Sentroid dipindahkan sedemikian rupa sehingga jaraknya dari setpoint ke sentroid yang sesuai diminimalkan. Ukuran matriks kesamaan menggunakan jarak Euclidean (Härdle & Simar, 2012) yang dihitung dengan persamaan (1). d_{ij} menunjukkan jarak Euclidean untuk i dan j dengan kisaran $r \geq 1$. x_{ik} menunjukkan nilai variabel k^{th} pada objek i sedangkan x_{jk} menggambarkan nilai variabel k^{th} pada objek j . Persamaan ini juga mengungkapkan kelas jarak untuk variasi r dalam pengukuran pertidaksamaan dengan bobot yang tidak sama

(Härdle & Simar, 2012). Langkah 5: mencari pasangan cluster terdekat dari C_1, C_2, \dots, C_k dengan menggunakan metode *K-means*. Misalnya, pasangan terdekat adalah C_i dan C_j , kemudian menggabungkan cluster ini, menghilangkan C_j dan mengurangi jumlah cluster satu per satu. Langkah 6: proses berhenti ketika jumlah cluster sama dengan satu. Jika tidak memenuhi kondisi ini. Langkah 5 diulang terus menerus sampai jumlah cluster sama dengan satu. Kelima Langkah tersebut dilakukan dengan bantuan aplikasi R 4.2.1.

$$d_{ij} = \left\{ \sum_{k=1}^p |x_{ik} - x_{jk}| \right\}^{1/r} \quad (1)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peningkatan kualitas guru khususnya pada aspek yang fundamental yakni kualifikasi pendidikan dan pengalaman kerja dalam konteks Indonesia, perlu dilakukan sedini mungkin. Analisis deskriptif terhadap data sekunder tentang kualifikasi pendidikan dan pengalaman mengajar guru SMK di Indonesia yang diperoleh, dilakukan menggunakan aplikasi R 4.2.1 dengan perintah sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 1.

```
data <- read.csv('Data1.csv', header = T, sep = ',')
df <- data[,-1]
row.names(df) <- data[,1]

options(width = 256)
describeBy(df)

df.scaled <- scale(df)
```

Gambar 1. Perintah Deskripsi Data pada *Syntax*

Output analisis deskriptif menggambarkan deskriptif pemenuhan kualifikasi dan peningkatan pengalaman kerja SMK di Indonesia, selanjutnya disajikan dalam Table 1. Terinspirasi dari perhitungan statistik, Tabel 1 menunjukkan bahwa klasifikasi 34 sampel berasal dari jumlah provinsi di Indonesia. Penting untuk diperhatikan bahwa Tabel 1 menggunakan 2 indikator. Jumlah kepala sekolah dan guru SMK dengan pendidikan

terakhir < S1 (%) (X1). Jumlah kepala dan guru SMK dengan pengalaman mengajar ≤ 4 tahun (%) (X2). Tabel 1 menunjukkan bahwa rerata jumlah kepala sekolah dan guru SMK dengan pendidikan terakhir di bawah S1 sebesar 3,54%, sedangkan rerata Jumlah kepala dan guru SMK dengan pengalaman mengajar kurang dari atau sama dengan 4 tahun sebesar 39,7 %. Jumlah kepala sekolah dan guru SMK dengan pendidikan terakhir di bawah S1 yang paling sedikit berada di Provinsi Aceh sebesar 1,3% dan yang paling banyak berada pada Provinsi Maluku Utara sebesar 6,42%. Uji statistic juga mendeskripsikan bahwa jumlah kepala dan guru SMK dengan pengalaman mengajar kurang dari atau sama dengan 4 tahun yang paling rendah berada di Provinsi Jawa Tengah sebesar 31,79%, dan yang paling tinggi berada di Provinsi DKI Jakarta sebesar 59,02%. Proses menghitung jaran euclidean dilakukan dengan memproses perintah seperti yang terlihat pada Gambar 2.

```
# Computing euclidean distance
dist.eucl <- dist(df.scaled, method = "euclidean")
round(as.matrix(dist.eucl), 1)
```

Gambar 2. Perintah Perhitungan Jarak Euclidean

Proses selanjutnya adalah menghitung jarak korelasi dengan perintah yang dapat dilihat pada Gambar 3.

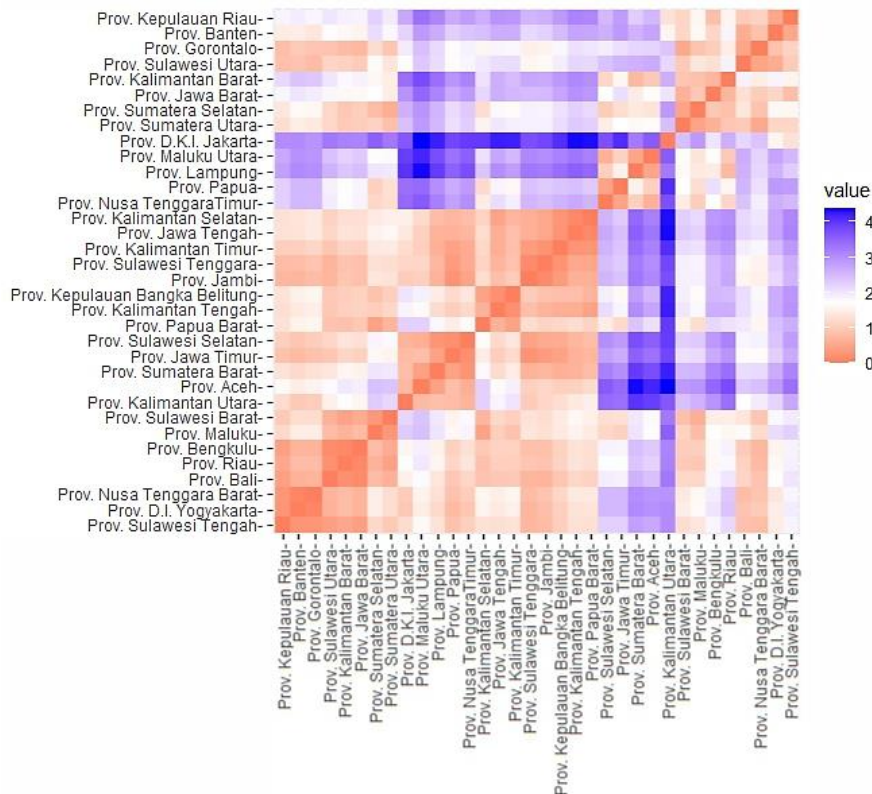
```
# Computing correlation distance
dist.cor <- get_dist(df.scaled, method = "pearson")
round(as.matrix(dist.cor), 1)
```

Gambar 3. Perintah Perhitungan Jarak Korelasi

Hasil proses perhitungan jarak korelasi divisualisasikan dengan perintah seperti gambar 4 dan outputnya dapat dilihat pada Gambar 5.

```
# Visualizing distance matrices
fviz_dist(dist.eucl)
```

Gambar 4. Perintah Visualisasi Matriks Jarak



Gambar 5. Visualisasi Matriks Jarak Korelasi

Tabel. 1 Deskripsi data statistik indikator

Indikator/ Parameter	Vars	n	Mean	Std. dev	Median	Min	Maks	Range	Std. Error
Jumlah kepala sekolah dan guru SMK dengan pendidikan terakhir < S1 (X1).	1	34	3.54	1.33	3.37	1.30	6.42	5.12	0.23
Jumlah kepala dan guru SMK dengan pengalaman mengajar ≤ 4 tahun (X2).	2	34	39.75	6.30	39.18	31.7 9	59.02	27.24	1.08

Proses penentuan jumlah kluster dilakukan sebelum proses perhitungan *clustering* dengan algoritma *K-Means*

dilakukan. Proses ini dilakukan dengan perintah seperti yang terlihat pada Gambar 6.

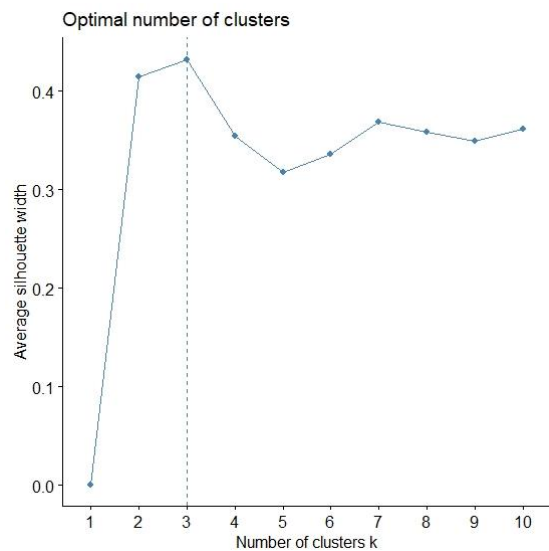
```
# Determining and visualizing the optimal number of clusters
k <- fviz_nbclust(df.scaled, kmeans, diss = dist.eucl, method = "silhouette")
k
k$data
nclust <- which(k$data$y == max(k$data$y))
nclust
```

Gambar 6. Perintah Penentuan Jumlah Kluster Optimal dan Visualisasinya

Output dari penentuan jumlah kluster disajikan dalam Tabel 2 dan visualisasinya dapat dilihat pada Gambar 7.

Tabel 2. Output Penentuan Jumlah Kluster Optimal

Kluster	y
1	0.0000000
2	0.4149335
3	0.4323071
4	0.3538553
5	0.3178167
6	0.3362227
7	0.3685871
8	0.3584375
9	0.3494463
10	0.3610051



Gambar 7. Visualisasi Jumlah Kluster

Grafik pada Gambar 7 menunjukkan bahwa jumlah kluster optimal adalah 3 kluster. Selain itu, untuk menentukan jumlah kluster optimal dapat juga dilihat dari output yakni [1] 3 yang berarti bahwa kluster optimal yang dihasilkan adalah 3 kluster.

Dapat disimpulkan bahwa data persentase jumlah kepala sekolah dan guru SMK dengan pendidikan terakhir < S1 (X1) dan data persentase jumlah kepala dan guru SMK dengan pengalaman mengajar ≤ 4 tahun (X2) pada 34 provinsi di Indonesia akan dikelompokkan menjadi 3 kluster yaitu kluster rendah, sedang, dan tinggi atau K=3.

Pengklusteran bertujuan untuk mengetahui cluster rendah, sedang, dan tinggi, masing-masing ditemati oleh provinsi mana. *Euclidean Distance* digunakan untuk menghitung jarak

terpendek. Selanjutnya proses clustering dengan algoritma *K-Means* dilakukan, dimana untuk proses ini kami menggunakan perintah seperti yang terlihat pada Gambar 8.

```
set.seed(123) # For reproducibility
km.res <- kmeans(df.scaled, nclust, nstart = 25)

str(km.res)
data.frame(km.res$cluster)
data.frame(km.res$centers)

# Tabel klasterisasi
table(km.res$cluster)

# Visualize
fviz_cluster(km.res, data = df.scaled, ggtheme = theme_minimal())
```

Gambar 8. Perintah *Clustering*

Model hasil *clustering K-Means* yang terbentuk berdasarkan perhitungan disajikan dalam Tabel 3 dan visualisasinya ditunjukkan pada Gambar 10.

Tabel 3. Model Hasil *Clustering K-Means*

Kluster	1	2	3
Jumlah Provinsi	8	19	7

Penggabungan data dilakukan untuk mengetahui provinsi mana saja yang masuk ke dalam kluster 1, kluster 2 dan kluster 3. Perintah yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 9.

```
# Data gabungan yang telah dihitung
data.frame(df.scaled)
colnames(df.scaled) <- c('S_pendidikan terakhir < S1 (%)', 'S_pengalaman mengajar = 4 (%)')
kluster <- data.frame(km.res$cluster)
colnames(kluster) <- 'Cluster'

data_all <- cbind(df, df.scaled, kluster)
data_all
```

Gambar 9. Perintah menggabungkan data dan mengubah nama kolom

Output dari perhitungan statistik berupa keanggotaan kluster dari setiap provinsi terlihat pada Tabel 4. Tiga kluster dibentuk dalam penelitian ini, yaitu Kluster 1 dengan 8 provinsi, Kluster 2 terdiri dari 19 provinsi, dan Kluster 3 terdiri dari 7 provinsi. Taksonomi kluster didasarkan pada kesamaan karakteristik masing-masing provinsi, dilihat dari jarak

minimum (Butarbutar et al., 2017; Everitt & Hothorn, 2011; Windarto, 2017). Hasilnya menjelaskan bahwa provinsi dalam satu kluster didokumentasikan memiliki kesamaan yang lebih baik daripada provinsi di kluster lain ketika semua indikator dipertimbangkan dan memiliki jarak minimum paling sedikit.

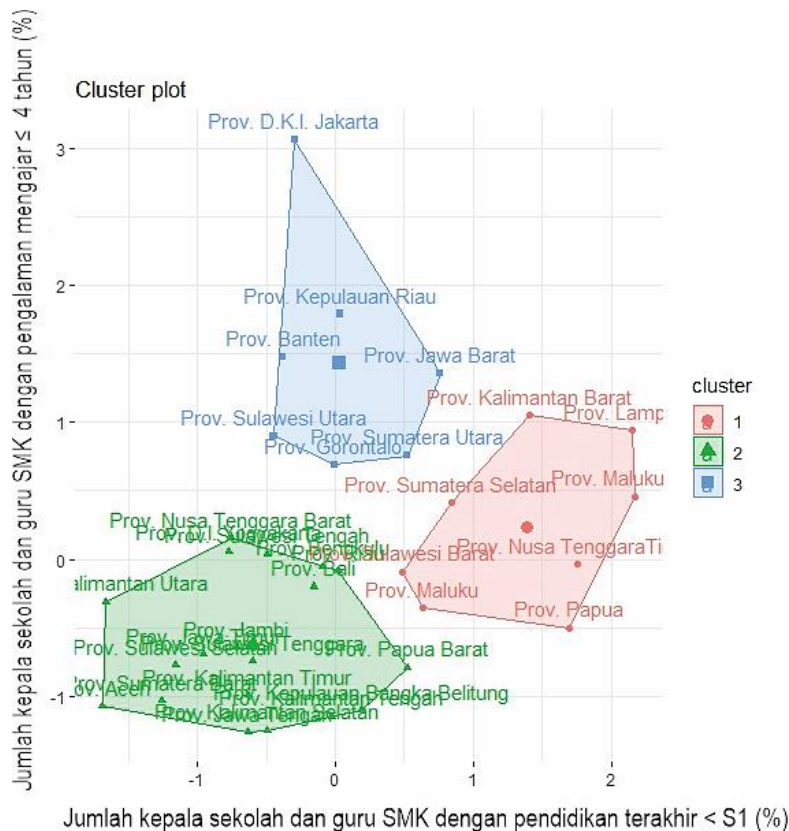
Tabel. 4. Keanggotaan Kluster Guru SMK di Indonesia

No	Provinsi	X1(%)	X2(%)	S_X1	S_X2	Kluster
1	Prov. D.K.I. Jakarta	3.15	59.02	-0.292866530	3.06143160	3
2	Prov. Jawa Barat	4.55	48.29	0.759941460	1.35730260	3
3	Prov. Jawa Tengah	2.71	31.79	-0.629567939	-1.26433583	2
4	Prov. D.I. Yogyakarta	2.52	40.11	-0.768476746	0.05708375	2
5	Prov. Jawa Timur	2.27	35.38	-0.955222740	-0.69325765	2
6	Prov. Aceh	1.30	32.98	-1.689634770	-1.07420859	2
7	Prov. Sumatera Utara	4.23	44.51	0.523014094	0.75622057	3
8	Prov. Sumatera Barat	1.87	33.24	-1.257881104	-1.03343687	2
9	Prov. Riau	3.57	39.20	0.022021986	-0.08642227	2
10	Prov. Jambi	2.60	35.68	-0.709910665	-0.64654496	2
11	Prov. Sumatera Selatan	4.65	42.36	0.840820012	0.41466139	1
12	Prov. Lampung	6.40	45.68	2.154888857	0.94234831	1
13	Prov. Kalimantan Barat	5.40	46.36	1.405765755	1.04985347	1
14	Prov. Kalimantan Tengah	3.50	32.52	-0.029003106	-1.14764374	2
15	Prov. Kalimantan Selatan	2.89	31.89	-0.493427423	-1.24823561	2
16	Prov. Kalimantan Timur	2.71	33.47	-0.629778127	-0.99641660	2
17	Prov. Sulawesi Utara	2.95	45.41	-0.444898550	0.89941793	3
18	Prov. Sulawesi Tengah	2.89	39.99	-0.490836333	0.03918808	2
19	Prov. Sulawesi Selatan	2.01	34.85	-1.155876012	-0.77715260	2
20	Prov. Sulawesi Tenggara	2.75	35.07	-0.594847015	-0.74243812	2
21	Prov. Maluku	4.38	37.50	0.630511672	-0.35781939	1
22	Prov. Bali	3.33	38.50	-0.158145907	-0.19875496	2
23	Prov. Nusa Tenggara Barat	2.55	40.72	-0.748616485	0.15492323	2
24	Prov. Nusa Tenggara Timur	5.87	39.53	1.755799812	-0.03520508	1
25	Prov. Papua	5.78	36.59	1.693357386	-0.50131627	1
26	Prov. Bengkulu	3.42	39.42	-0.092361077	-0.05142410	2
27	Prov. Maluku Utara	6.42	42.62	2.175654131	0.45621835	1
28	Prov. Banten	3.04	49.06	-0.378966272	1.47910616	3
29	Prov. Kep. Bangka Belitung	3.79	32.79	0.190860490	-1.10483236	2
30	Prov. Gorontalo	3.53	44.11	-0.008479025	0.69272390	3
31	Prov. Kepulauan Riau	3.59	51.04	0.035380644	1.79294058	3
32	Prov. Papua Barat	4.23	34.77	0.522499252	-0.79035346	2
33	Prov. Sulawesi Barat	4.18	39.17	0.481045738	-0.09242651	1
34	Prov. Kalimantan Utara	1.34	37.79	-1.662765461	-0.31119496	2

Tabel 4 menunjukkan bahwa provinsi-provinsi di kluster 1 memiliki nilai rata-rata lebih kecil dari nilai total untuk semua parameter. Hal ini dapat diketahui dari semua nilai indikator yang memiliki tanda negatif. Sedangkan provinsi yang masuk dalam kluster 3 memperoleh nilai sedang. Kluster 1 terdiri dari provinsi-provinsi dengan rata-rata jumlah semua indikator yang rendah karena semua nilai

menunjukkan angka yang rendah dibandingkan dengan kluster lainnya, maka semua nilai juga dianggap positif. Artinya provinsi-provinsi di kluster 2 merepresentasikan pemenuhan standar kualifikasi guru dan pengalaman kerja guru yang terbaik dibandingkan dengan provinsi-provinsi di kluster 1 dan kluster 3. Persentasi provinsi-provinsi yang masuk ke dalam kluster

2 sebesar 55,89%. Plot klusterisasi dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Plot Klusterisasi

Secara komprehensif, proses klusterisasi memungkinkan kita untuk memetakan kualitas pendidikan (Ananda, 2019; Nugraha & Hairani, 2018; Oktavianty & Handayani, 2019; Fadhli & Subanar, 2011). Menarik untuk didiskusikan adalah provinsi DKI Jakarta yang merupakan Daerah Khusus Ibu Kota justru masuk pada kluster 3 (kluster rendah). Provinsi lain di sekitar DKI Jakarta seperti Banten dan Jawa Barat yang paling dekat aksesnya dengan pemerintah pusat dibanding provinsi lain juga masuk dalam kluster.

Menyikapi hal ini, manajemen sekolah menengah atas di setiap provinsi harus menyadari sepenuhnya pentingnya melakukan analisis mendalam. Klasifikasi kluster berfungsi untuk membuat profil dalam pemetaan provinsi yang termasuk dalam kluster utama, provinsi yang terdokumentasi dalam kluster menengah, dan yang dikategorikan sebagai kluster terakhir.

Adanya peta ini memungkinkan pengelola pendidikan di Indonesia untuk membandingkan pemenuhan standar kualifikasi dan pengalaman kerja guru kualitas di setiap provinsi atau kabupaten (Nugraha & Hairani, 2018). Selain itu, kluster utama dapat menjadi percontohan bagi provinsi lain dalam mengelola SDM guru untuk mendorong peningkatan kualitas pendidikan. Untuk itu, sangat penting untuk melakukan perbaikan dalam penyediaan kesempatan dan fasilitas untuk mengembangkan diri secara berkelanjutan

Strategi peningkatan kualitas guru SMK secara berkelanjutan cukup bervariasi. Strategi ini disebut dengan istilah pengembangan profesional berkelanjutan (PKB) yang antara lain magang di industri, uji kompetensi keahlian, pelatihan di tempat kerja, aktif menjadi anggota atau pengurus asosiasi profesi, studi lanjut, insentif atau tunjangan, pendidikan

profesi guru, dan pembiayaan (Budiman, 2014). Sudah semestinya hal tersebut difasilitasi oleh pengelola pendidikan. Tidak menutup kemungkinan pula bagi guru yang telah

SIMPULAN

Sebuah pembandingan dalam pengelolaan guru SMK di Indonesia sangat penting. Klusterisasi memberikan wawasan tentang pengelompokan provinsi-provinsi yang memiliki kinerja yang baik untuk dapat diteladani. Klasifikasi pengelolaan guru di semua provinsi menghasilkan kluster 1, kluster 2, dan kluster 3. Provinsi-provinsi yang masuk dalam kluster 2 merupakan kluster terbaik dalam pengelolaan guru, dilihat dari 2 parameter yakni kualifikasi pendidikan dan pengalaman mengajar guru.

Provinsi yang masuk kluster 2 sebanyak 19 (55,89 %) antara lain: Prov. Jawa Tengah, Prov. D.I. Yogyakarta, Prov. Jawa Timur, Prov. Aceh, Prov. Sumatera Barat, Prov. Riau, Prov. Jambi, Prov. Kalimantan Tengah, Prov. Kalimantan Selatan, Prov. Kalimantan Timur, Prov. Sulawesi Tengah, Prov. Sulawesi Selatan, Prov. Sulawesi Tenggara, Prov. Bali, Prov. Nusa Tenggara Barat, Prov. Bengkulu, Prov. Kep. Bangka Belitung, Prov. Papua Barat, Prov. Kalimantan Utara. Provinsi lain harus belajar dari dan merefleksikan pendekatan provinsi yang masuk kategori 2 sebagai kategori terbaik untuk memenuhi kualifikasi pendidikan dan meningkatkan pengalaman kerja guru dalam rangka meningkatkan kualitas pembelajaran. Dengan demikian, mutu pendidikan nasional dapat ditingkatkan secara sistematis dan terstruktur.

Studi yang lebih mendalam direkomendasikan lebih lanjut untuk memeriksa masuknya indikator lain dari kualitas guru SMK. Selain itu, metode taksonomi yang beragam juga dapat diterapkan untuk membandingkan hasil akhir dari analisis kluster. Demikian pula parameter pendidikan lainnya, termasuk di perguruan tinggi, juga

menerima tunjangan sertifikasi untuk menyisihkan dana guna melanjutkan pendidikan akademik maupun mengikuti pelatihan.

perlu diklasifikasikan menurut standar mutu pendidikan nasional.

DAFTAR RUJUKAN

- Ananda, R. (2019). Analisis mutu pendidikan sekolah menengah atas program ilmu alam di Jawa Tengah dengan algoritme K-means terorganisir. *Journal of Informatics, Information System, Software Engineering and Applications (INISTA)*, 2(1), 65–72. <https://doi.org/10.20895/inista.v2i1.97>
- Aoyama, I., Barnard-Brak, L., & Talbert, T. L. (2011). Cyberbullying among high school students: Cluster analysis of sex and age differences and the level of parental monitoring. *International Journal of Cyber Behavior, Psychology and Learning (IJCPL)*, 1(1), 25–35. <https://doi.org/10.4018/ijcbpl.2011010103>
- Butarbutar, N., Windarto, A. P., Hartama, D., & Solikhun, S. (2017). Komparasi kinerja algoritma fuzzy c-means dan k-means dalam pengelompokan data siswa berdasarkan prestasi nilai akademik siswa. *Jurasik (Jurnal Riset Sistem Informasi Dan Teknik Informatika)*, 1(1), 46. <https://doi.org/10.30645/jurasik.v1i1.8>
- Chabrol, H., Melioli, T., Van Leeuwen, N., Rodgers, R., & Goutaudier, N. (2015). The Dark Tetrad: Identifying personality profiles in high-school students. *Personality and Individual Differences*, 83, 97–101. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2015.03.051>
- D. Ivie, Stanley. 2001. *International Journal of Science Education. Experienced Teachers Insist that Effective Teaching is Primarily a Science*, Vol. 121, No. 3, pp. 520-534. Texas: Educational Leadership Texas Woman's University Denton.
- Desmet, A., Aelterman, N., Bastiaensens, S., Van Cleemput, K., Poels, K., Vandebosch,

- H., Cardon, G., & De Bourdeaudhuij, I. (2015). Secondary school educators' perceptions and practices in handling cyberbullying among adolescents: A cluster analysis. *Computers and Education*, 88, 192–201. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.05.006>
- Diaz, M. J. Martin. *International Journal of Science Education: Educational Background, Teaching Experience and Teacher's Views on the Inclusion of Nature of Science in the Science Curriculum*, Vol. 28, No. 10, 18 August 2006, pp. 1161–1180. Spain: Institute of Secondary Education Jorge Manrique.
- Everitt, B., & Hothorn, T. (2011). *An introduction to applied multivariate analysis with R*. Springer Science & Business Media.
- Budiman, A. (2014, November 13). Menyiapkan Guru Profesional di SMK Teknik Kendaraan Ringan (TKR). *Prosiding Konvensi Nasional Asosiasi Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan (APTEKINDO) Ke-7*.
- Fadhli & Subanar, (2011). Analisis kluster untuk pemetaan mutu pendidikan di Aceh. [Yogyakarta]: Universitas Gadjah Mada
- Härdle, W. K., & Simar, L. (2012). Applied multivariate statistical analysis. In *Applied Multivariate Statistical Analysis*. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-17229-8>
- Kemdikbud. (2019). *Neraca Pendidikan Daerah*. <https://npd.kemdikbud.go.id/>
- Kemdikbud. (2019). *Sertifikasi Guru* <https://jendela.data.kemdikbud.go.id/>
- Kemdikbud. (2021). *Statistik Pendidikan*. <https://statistik.data.kemdikbud.go.id/index.php/page/smk>
- Natural Science: *Journal of Science and Technology*, 8(3), 191–197. <https://doi.org/10.22487/25411969.2019.v8.i3.14960>
- Ng, B. L. L., Liu, W. C., & Wang, J. C. K. (2016). Student motivation and learning in mathematics and science: A cluster analysis. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(7), 1359–1376. <https://doi.org/10.1007/s10763-015-9654-1>
- Nugraha, G. S., & Hairani, H. (2018). Aplikasi pemetaan kualitas pendidikan di Indonesia menggunakan metode k-means. *Jurnal Matrik*, 17(2), 13–23. <https://doi.org/10.30812/matrik.v17i2.84>
- Oktavianty, E., Junaidi, & Handayani, L. (2019). Pengelompokan kabupaten/kota di Sulawesi berdasarkan indikator pendidikan menggunakan analisis kluster average linkage dan median linkage.
- Papi, M., & Teimouri, Y. (2014). Language learner motivational types: A cluster analysis study. *Language Learning*, 64(3), 493–525. <https://doi.org/10.1111/lang.12065>
- Prayoga, A., & Zain, I. (2016). Analisis faktor dan pengelompokan kecamatan berdasarkan indikator mutu pendidikan jenjang pendidikan dasar di Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 4(2). <https://doi.org/10.12962/j23373520.v4i2.10920>
- Russell, S., & Norvig, P. (2010). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (3rd ed.). Pearson Education, Inc.
- Thrun, M. C. (2018). Projection-based clustering through self-organization and swarm intelligence. In *Projection-Based Clustering through Self-Organization and Swarm Intelligence*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-20540-9>
- Widiyaningtyas, T., Prabowo, M. I. W., & Pratama, M. A. M. (2017). Implementation of K-means clustering method to distribution of high school teachers. 2017 4th International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI), 1–6.
- Wijayanto, F. (2016). Clustering analysis on Indonesian education quality performance using input–output model. *Advanced Science Letters*, 22(10), 2799–2803. <https://doi.org/10.1166/asl.2016.7127>
- Windarto, A. P. (2017). Penerapan datamining pada ekspor buah-buahan menurut negara

tujuan menggunakan k-means clustering method. *Techno.Com*, 16(4), 348–357. <https://doi.org/10.33633/tc.v16i4.1447>

Yamauchi, F. (2011). School quality, clustering, and government subsidy in

post-apartheid South Africa. *Economics of Education Review*, 30(1), 146–156. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2010.08.002>