

PENGELOMPOKAN PROFIL KEMAMPUAN SISWA SMK BERDASARKAN HASIL TKA 2025

Retno Kusumawati¹, Heru Arizal², Lucky Rachmawati³, Aris Wisnu Wardana⁴

Universitas Negeri Surabaya^{1,2,3,4}

e-mail: 25070895028@mhs.unesa.ac.id¹, heruarizal@unesa.ac.id²,
luckyrachmawati@unesa.ac.id³, guru.ariswu@gmail.com⁴

Diterima: 29/09/2026; Direvisi: 05/10/2026; Diterbitkan: 16/10/2026

ABSTRAK

Hasil Tes Kemampuan Akademik (TKA) memuat beberapa dimensi kemampuan siswa yang perlu dianalisis secara bersama-sama agar dapat memberikan gambaran capaian akademik yang lebih utuh. Penggunaan nilai rata-rata agregat saja berpotensi menyamarkan perbedaan pola kekuatan dan kelemahan antarbidang kemampuan siswa. Penelitian ini bertujuan mengelompokkan profil kemampuan siswa SMK berdasarkan hasil Tes Kemampuan Akademik (TKA) tahun 2025. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif eksploratif dengan sumber data dokumen resmi Daftar Kolektif Hasil Tes Kemampuan Akademik SMKN Palang. Seluruh 98 peserta dianalisis melalui teknik sampling jenuh. Variabel pengelompokan mencakup nilai Bahasa Indonesia, Matematika, Bahasa Inggris, serta Proyek Kreatif dan Kewirausahaan. Data distandardisasi menjadi skor z , kemudian dikelompokkan menggunakan algoritma *K-Means*. Jumlah kluster ditentukan dengan membandingkan koefisien *silhouette*, *inertia*, *Davies-Bouldin Index*, dan keseimbangan ukuran kluster pada $k = 2$ sampai $k = 6$. Hasil menunjukkan bahwa tiga kluster memberikan solusi paling layak dengan koefisien *silhouette* tertinggi sebesar 0,296. Kluster pertama terdiri atas 46 siswa (46,94%) dengan capaian relatif kuat dan merata. Kluster kedua terdiri atas 35 siswa (35,71%) yang memerlukan penguatan kemampuan akademik umum dan PKK. Kluster ketiga terdiri atas 17 siswa (17,35%) dengan kesenjangan utama pada Bahasa Inggris. Dua komponen utama menjelaskan 68,79% keragaman data dan memperlihatkan pola pemisahan yang sejalan dengan hasil *K-Means*. Temuan ini menunjukkan bahwa profil kemampuan siswa tidak homogen. Sekolah perlu menyusun pengayaan, penguatan literasi-numerasi, dan pendampingan bahasa Inggris secara lebih terarah. Pengelompokan ini bersifat eksploratif dan tidak digunakan sebagai label tetap bagi siswa.

Kata Kunci: Analisis Klaster; *K-Means*; Pendidikan Vokasi; Profil Kemampuan Siswa; Tes Kemampuan Akademik

ABSTRACT

Academic Competency Test (TKA) results encompass multiple dimensions of student ability that need to be analyzed simultaneously to provide a more comprehensive picture of academic achievement. Reliance solely on a single aggregate mean score may obscure differences in students' strengths and weaknesses across competency domains. This study aimed to classify the ability profiles of vocational high school students based on the 2025 Academic Competency Test (TKA) results. The study employed an exploratory quantitative approach using the official collective test results of SMKN Palang. All 98 test participants were included through total sampling. The clustering variables were Indonesian, Mathematics, English, and Creative Projects and Entrepreneurship scores. The data were standardized into z -scores and analyzed using the *K-Means* algorithm. The number of clusters was determined by comparing the

silhouette coefficient, inertia, Davies-Bouldin Index, and cluster-size balance for $k = 2$ to $k = 6$. The results indicated that a three-cluster solution was the most appropriate, with the highest silhouette coefficient of 0.296. The first cluster included 46 students (46.94%) with relatively strong and balanced achievement. The second cluster included 35 students (35.71%) who required general academic and entrepreneurship subject support. The third cluster included 17 students (17.35%) with a marked gap in English achievement. Two principal components explained 68.79% of the total variance and produced a visual pattern consistent with the K-Means solution. The findings show that student competency profiles were not homogeneous. Schools should provide targeted enrichment, integrated literacy-numeracy support, and contextual English assistance. The clusters are exploratory profiles and should not be treated as permanent student labels.

Keywords: *Cluster Analysis; K-Means; Student Competency Profile; Academic Competency Test; Vocational Education*

PENDAHULUAN

Tes Kemampuan Akademik (TKA) menyediakan laporan capaian akademik individu melalui penilaian yang terstandar. Pemerintah menetapkan pelaksanaan TKA melalui Peraturan Menteri Pendidikan Dasar dan Menengah Nomor 9 Tahun 2025 dan pedoman penyelenggaraannya melalui Keputusan Menteri Pendidikan Dasar dan Menengah Nomor 95/M/2025. Pada jenjang SMK, hasil TKA dapat memberi informasi tentang kemampuan akademik dasar dan capaian mata pelajaran pilihan yang relevan dengan karakteristik pendidikan vokasi. Data tersebut dapat mendukung evaluasi pembelajaran dan perencanaan program akademik berbasis bukti (Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia, 2025a, 2025b).

Pemanfaatan hasil TKA tidak cukup jika sekolah hanya melihat nilai rata-rata setiap mata pelajaran. Rata-rata dapat menggambarkan kecenderungan umum, tetapi tidak menunjukkan kombinasi kekuatan dan kelemahan yang dimiliki kelompok siswa. Dua siswa dengan rata-rata yang hampir sama dapat memiliki profil berbeda. Seorang siswa dapat menonjol dalam literasi dan PKK, sedangkan siswa lain dapat memiliki numerasi yang relatif baik tetapi menghadapi hambatan dalam bahasa Inggris. Perbedaan pola tersebut penting bagi sekolah karena intervensi pembelajaran perlu menyesuaikan dengan kebutuhan yang nyata.

Educational data mining dan *learning analytics* menyediakan pendekatan untuk menemukan pola pada data pendidikan. Analisis kluster termasuk teknik pembelajaran tanpa pengawasan yang mengelompokkan objek berdasarkan kemiripan karakteristik, tanpa menentukan kategori sejak awal. Pendekatan ini membantu sekolah mengenali profil siswa, mengembangkan peringatan dini, serta menyusun layanan pembelajaran yang lebih terarah (Romero & Ventura, 2020). Gonzalez-Nucamendi et al. (2022) menunjukkan bahwa pembentukan profil melalui *learning analytics* dapat mendukung keputusan akademik yang proaktif. Orsoni et al. (2023) juga menegaskan bahwa pengelompokan profil kemampuan dapat menjadi dasar untuk merancang strategi pembelajaran yang lebih personal.

Sejumlah penelitian telah menerapkan K-Means pada data pendidikan. Risal et al. (2024) menggunakan K-Means untuk mengelompokkan prestasi siswa SMK dan menemukan profil capaian yang berbeda antarkelompok. Siregar et al. (2024) menunjukkan bahwa pengelompokan hasil belajar dapat membantu mengidentifikasi pola yang tidak terlihat melalui analisis rata-rata. Temuan tersebut memperlihatkan manfaat analisis kluster sebagai alat eksplorasi untuk mendukung pengambilan keputusan sekolah. Namun, hasil kluster harus tetap

dibaca bersama informasi pedagogis lain karena algoritma hanya menggambarkan kemiripan pola pada variabel yang dianalisis.

Konteks pendidikan kewirausahaan memperkuat kebutuhan untuk membaca profil siswa secara multidimensional. Mata pelajaran Projek Kreatif dan Kewirausahaan (PKK) menuntut pemahaman tentang produksi, distribusi, pemasaran, dan pengelolaan usaha. Capaian tersebut berhubungan dengan kemampuan memahami informasi, menggunakan numerasi, berkomunikasi, dan mengambil keputusan. Penelitian Handayati et al. (2020) menunjukkan bahwa pendidikan kewirausahaan berperan dalam pembentukan pola pikir kewirausahaan siswa vokasi. Susantiningrum et al. (2023) menemukan bahwa keterampilan kewirausahaan siswa SMK memiliki tingkat yang beragam. Nafiati et al. (2025) juga menunjukkan bahwa keterampilan intelektual, nilai sekolah, dan lingkungan belajar berkontribusi terhadap kompetensi kewirausahaan siswa SMK.

Dokumen hasil TKA SMKN Palang tahun 2025 memuat nilai Bahasa Indonesia, Matematika, Bahasa Inggris, dan PKK dari 98 siswa. Struktur data ini memungkinkan penelitian tidak hanya mendeskripsikan rata-rata, tetapi juga mengidentifikasi kelompok siswa dengan pola kemampuan yang serupa. Penelitian yang secara khusus menggunakan hasil TKA 2025 untuk membentuk profil kemampuan siswa SMK masih terbatas karena TKA baru diterapkan pada kelas akhir SMA dan SMK pada tahun 2025. Kebaruan penelitian ini terletak pada penggunaan empat skor TKA untuk membangun profil kemampuan siswa melalui analisis klaster.

Penelitian ini bertujuan menentukan jumlah kelompok yang paling layak dan menjelaskan karakteristik setiap kelompok kemampuan siswa SMK berdasarkan hasil TKA 2025. Pertanyaan penelitian mencakup dua hal. Pertama, berapa jumlah klaster yang paling sesuai berdasarkan indikator validitas dan pertimbangan interpretasi? Kedua, bagaimana karakteristik nilai Bahasa Indonesia, Matematika, Bahasa Inggris, dan PKK pada setiap klaster? Hasil penelitian diharapkan mendukung perencanaan pengayaan, pendampingan akademik, dan pembelajaran berdiferensiasi di tingkat sekolah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksploratif dengan desain analisis data sekunder. Sumber data berupa dokumen resmi Daftar Kolektif Hasil Tes Kemampuan Akademik (DKHTKA) SMKN Palang Tahun 2025. Populasi penelitian mencakup seluruh 98 siswa yang tercantum dalam dokumen. Penelitian menggunakan sampling jenuh sehingga seluruh anggota populasi menjadi unit analisis. Identitas pribadi, nomor peserta, dan NISN tidak digunakan dalam analisis maupun pelaporan hasil.

Variabel analisis terdiri atas nilai Bahasa Indonesia, Matematika, Bahasa Inggris, dan Projek Kreatif dan Kewirausahaan. Keempat variabel menggunakan rentang skor yang sama, tetapi memiliki rata-rata dan simpangan baku yang berbeda. Peneliti menstandarisasi setiap variabel menjadi skor z agar variabel dengan keragaman lebih besar tidak mendominasi pembentukan klaster. Pemeriksaan awal menunjukkan 98 baris data lengkap tanpa nilai hilang pada empat variabel tersebut.

Pengelompokan dilakukan menggunakan algoritma K-Means. Algoritma ini membagi data ke dalam sejumlah klaster dengan meminimalkan jumlah kuadrat jarak setiap siswa terhadap pusat klasternya. Proses analisis menggunakan 100 inisialisasi awal dan *random state* 42 untuk meningkatkan konsistensi hasil. Kandidat jumlah klaster ditetapkan dari $k = 2$ sampai $k = 6$. Evaluasi solusi menggunakan inerti, koefisien *silhouette*, Davies-Bouldin Index,

Calinski-Harabasz Index, keseimbangan ukuran kelompok, dan kemudahan interpretasi. Koefisien *silhouette* yang lebih besar menunjukkan pemisahan kelompok yang lebih jelas (Rousseuw, 1987). Davies-Bouldin Index yang lebih kecil menunjukkan klaster yang lebih kompak dan lebih terpisah.

Jumlah klaster akhir dipilih dengan mengutamakan koefisien *silhouette*, kemudian mempertimbangkan ukuran klaster agar tidak terbentuk kelompok yang terlalu kecil. Setelah menentukan klaster, peneliti menghitung rata-rata skor asli setiap mata uji untuk menyusun nama profil. Nama klaster bersifat deskriptif relatif terhadap kelompok siswa di sekolah dan bukan kategori resmi TKA. Analisis komponen utama digunakan hanya untuk memvisualisasikan sebaran klaster dalam dua dimensi. Pengolahan data dilakukan menggunakan Python dan pustaka scikit-learn (Pedregosa et al., 2011).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Statistik deskriptif menunjukkan adanya variasi capaian pada seluruh mata uji. Nilai rata-rata tertinggi terdapat pada PKK sebesar 57,51, diikuti oleh Bahasa Indonesia sebesar 52,53. Nilai rata-rata Matematika sebesar 33,45 dan Bahasa Inggris sebesar 22,31. Bahasa Indonesia memiliki rentang skor paling lebar, yaitu 5,00 sampai 80,82. Keragaman tersebut memberi ruang yang memadai untuk mengidentifikasi pola profil siswa. Secara jelas, hasil tersebut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Statistik deskriptif hasil TKA yang dianalisis

Mata uji	Rata-rata	Simpangan baku	Minimum	Maksimum
Bahasa Indonesia	52,53	12,84	5,00	80,82
Matematika	33,45	10,16	5,00	53,43
Bahasa Inggris	22,31	9,22	5,00	51,58
Projek Kreatif dan Kewirausahaan	57,51	10,41	36,47	77,13

Sumber: Data diolah dari DKHTKA SMKN Palang tahun 2025, $n = 98$.

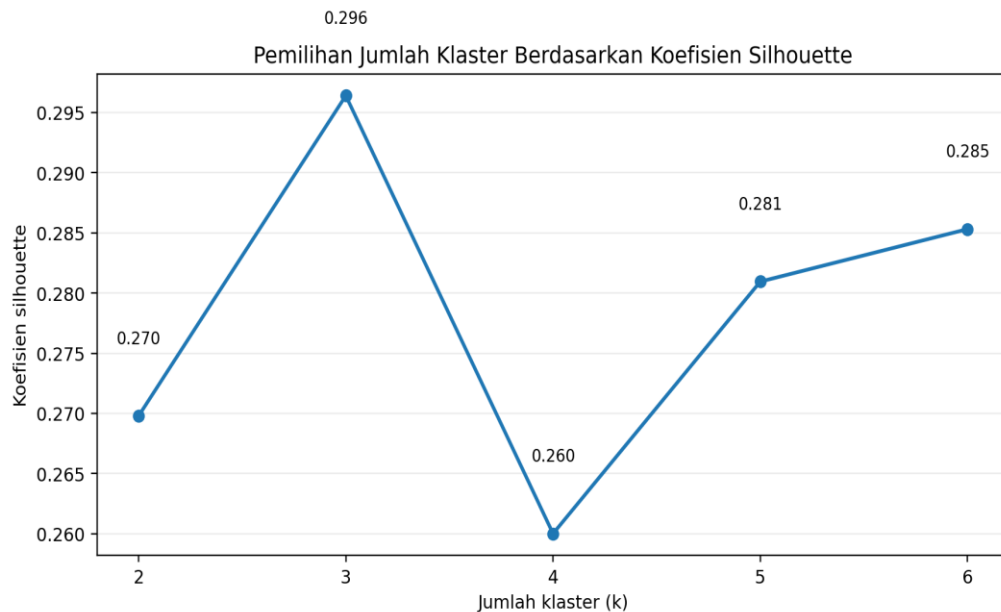
Pengujian beberapa jumlah klaster menunjukkan bahwa solusi tiga klaster menghasilkan koefisien *silhouette* tertinggi, yaitu 0,296 (Tabel 2 dan Gambar 2). Nilai tersebut lebih tinggi daripada solusi dua, empat, lima, dan enam klaster. Solusi lima dan enam klaster menghasilkan Davies-Bouldin Index yang lebih rendah, tetapi membentuk kelompok yang lebih kecil. Pada solusi enam klaster, satu kelompok hanya berisi dua siswa. Penelitian memilih tiga klaster karena memberikan keseimbangan terbaik antara validitas, ukuran kelompok, dan keterbacaan profil. Nilai *silhouette* sebesar 0,296 menunjukkan pemisahan pada tingkat sedang-rendah. Artinya, batas antarklaster masih memiliki tumpang tindih dan hasil harus ditafsirkan secara eksploratif.

Tabel 2. Perbandingan validitas kandidat jumlah klaster

k	Inertia	Silhouette	Davies-Bouldin	Calinski-Harabasz	Ukuran klaster
2	269,146	0,270	1,349	43,820	52; 46
3	215,293	0,296	1,209	38,987	46; 35; 17

4	181,705	0,260	1,251	36,264	37; 23; 21; 17
5	150,055	0,281	1,155	37,488	35; 20; 19; 17; 7
6	130,094	0,285	1,053	37,043	33; 20; 19; 17; 7; 2

Catatan. Solusi $k = 3$ dipilih karena memiliki koefisien silhouette tertinggi dan ukuran klaster yang masih memadai.



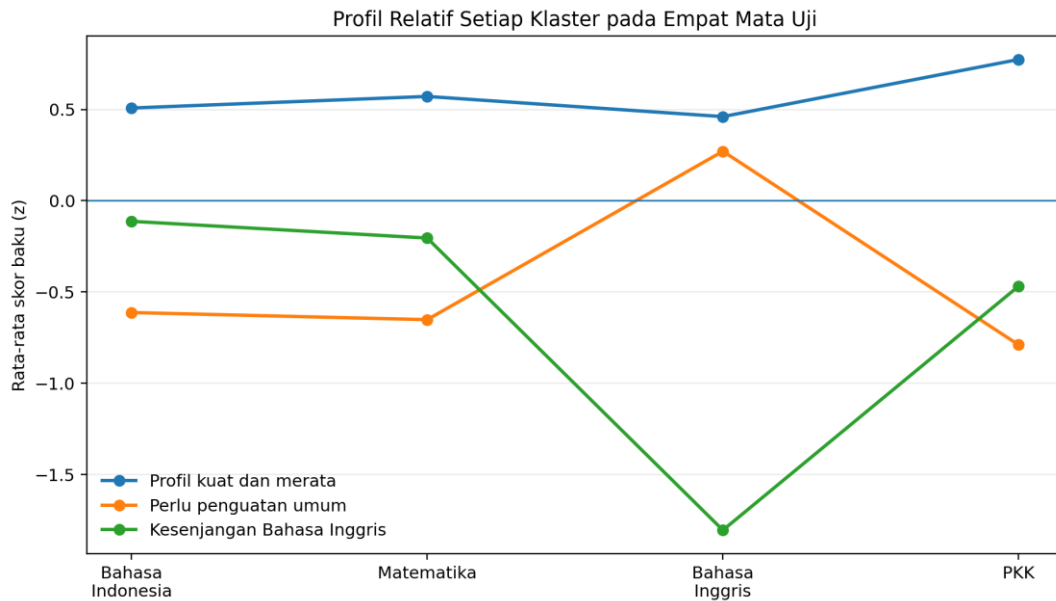
Gambar 1. Koefisien silhouette pada kandidat dua sampai enam klaster
Sumber: Data diolah dari DKHTKA SMKN Palang Tahun 2025.

Hasil K-Means membentuk tiga profil (Tabel 3 dan Gambar 2). Klaster pertama memiliki rata-rata tertinggi pada seluruh mata uji dan diberi nama profil kuat dan merata. Klaster ini mencakup 46 siswa atau 46,94% dari seluruh peserta. Klaster kedua memiliki rata-rata Bahasa Indonesia, Matematika, dan PKK yang paling rendah, sedangkan Bahasa Inggris berada dekat dengan rata-rata kelompok. Klaster ini diberi nama perlu penguatan umum dan mencakup 35 siswa atau 35,71%. Klaster ketiga memiliki rata-rata Bahasa Indonesia, Matematika, dan PKK pada posisi menengah, tetapi nilai Bahasa Inggris sangat rendah. Klaster ini diberi nama kesenjangan bahasa Inggris dan mencakup 17 siswa atau 17,35%.

Tabel 3. Karakteristik rata-rata setiap profil kemampuan siswa

Profil klaster	n	%	Bahasa Indonesia	Matematika	Bahasa Inggris	PKK
Kuat dan merata	46	46,94	59,02	39,23	26,54	65,53
Perlu penguatan umum	35	35,71	44,71	26,86	24,80	49,34
Kesenjangan Bahasa Inggris	17	17,35	51,09	31,38	5,76	52,66
Seluruh siswa	98	100,00	52,53	33,45	22,31	57,51

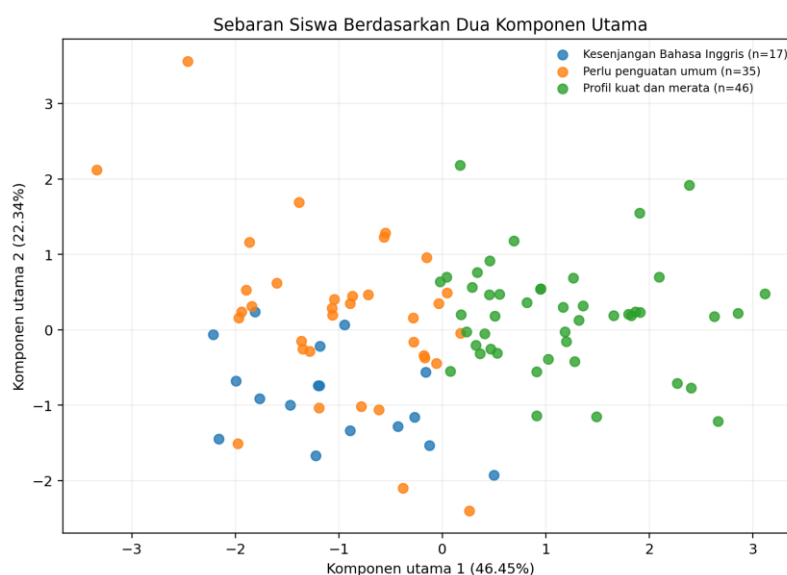
Catatan. Nama profil menggambarkan posisi relatif terhadap keseluruhan peserta di SMKN Palang dan bukan kategori resmi TKA.



Gambar 2. Profil skor baku setiap kluster pada empat mata uji

Catatan. Nilai 0 menunjukkan rata-rata seluruh peserta. Nilai positif berada di atas rata-rata kelompok, sedangkan nilai negatif berada di bawah rata-rata kelompok.

Analisis komponen utama menghasilkan dua komponen yang menjelaskan 68,79% variasi data. Komponen pertama menjelaskan 46,45%, sedangkan komponen kedua menjelaskan 22,34%. Visualisasi menunjukkan kluster kuat dan merata lebih banyak berada pada sisi positif komponen pertama (Gambar 3). Kluster perlu penguatan umum cenderung berada pada sisi negatif komponen pertama. Kluster kesenjangan Bahasa Inggris membentuk pola yang berbeda terutama pada komponen kedua. Beberapa titik masih berdekatan antarkluster, sesuai dengan koefisien *silhouette* yang belum tinggi.



Gambar 3. Sebaran siswa berdasarkan dua komponen utama

Sumber: Data diolah dari DKHTKA SMKN Palang Tahun 2025.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa SMKN Palang tidak membentuk satu profil kemampuan yang homogen. Tiga klaster memperlihatkan kombinasi capaian yang berbeda pada literasi, numerasi, Bahasa Inggris, dan PKK. Temuan ini mendukung pandangan *learning analytics* bahwa data pendidikan perlu dibaca sebagai pola multidimensional, bukan hanya sebagai nilai tunggal. Gonzalez-Nucamendi et al. (2022) menjelaskan bahwa pembentukan profil dapat membantu guru merancang keputusan yang lebih proaktif. Orsoni et al. (2023) juga menunjukkan bahwa pengelompokan kemampuan dapat mendukung strategi pembelajaran yang disesuaikan dengan kebutuhan siswa.

Klaster kuat dan merata mencakup hampir separuh peserta. Kelompok ini memiliki rata-rata di atas rata-rata sekolah pada seluruh mata uji, terutama PKK dan Bahasa Indonesia. Profil tersebut menunjukkan adanya siswa yang relatif siap mengikuti tugas dengan tuntutan membaca konteks, mengolah informasi, dan mengambil keputusan usaha. Sekolah dapat memberi pengayaan melalui proyek bisnis yang lebih kompleks, analisis pasar sederhana, penyusunan model usaha, dan presentasi berbasis data. Pengayaan tetap perlu menantang siswa tanpa memisahkan mereka secara permanen dari kelompok lain.

Klaster perlu penguatan umum mencakup lebih dari sepertiga peserta. Kelompok ini memiliki rata-rata paling rendah pada Bahasa Indonesia, Matematika, dan PKK. Pola tersebut menunjukkan kebutuhan penguatan yang terintegrasi. Pembelajaran PKK tidak hanya memerlukan pengalaman praktik, tetapi juga kemampuan memahami kasus, menghitung biaya dan hasil, membaca tabel, serta menyusun keputusan. Temuan ini sejalan dengan Nafiati et al. (2025), yang menempatkan keterampilan intelektual dan nilai akademik sebagai bagian dari faktor yang berkontribusi terhadap kompetensi kewirausahaan siswa SMK. Guru dapat menggunakan kasus usaha bertahap, latihan numerasi kontekstual, lembar kerja dengan bahasa sederhana, dan pendampingan formatif yang rutin.

Klaster kesenjangan bahasa Inggris memiliki pola paling khas. Rata-rata Bahasa Inggris kelompok ini hanya 5,76, sedangkan tiga mata uji lain berada pada posisi menengah. Lima belas dari 17 siswa pada klaster ini memperoleh nilai 5,00 pada Bahasa Inggris. Data DKHTKA tidak menjelaskan penyebab nilai tersebut. Oleh sebab itu, sekolah tidak dapat langsung menyimpulkan bahwa seluruh anggota klaster memiliki kemampuan Bahasa Inggris yang sama rendahnya. Nilai dapat berkaitan dengan penguasaan materi, keterlibatan saat tes, strategi menjawab, atau kondisi lain yang tidak tercatat. Sekolah perlu melakukan asesmen diagnostik lanjutan sebelum menetapkan intervensi. Pendampingan dapat berfokus pada kosakata kerja, pemahaman instruksi, teks promosi, layanan pelanggan, dan komunikasi bisnis sederhana yang relevan dengan bidang keahlian.

Perbedaan profil juga memiliki arti penting bagi pembelajaran PKK. Kerangka asesmen TKA menempatkan PKK sebagai mata uji yang mengukur pemahaman kegiatan produksi, distribusi, pemasaran, dan pengelolaan usaha (Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan, 2025). Capaian tersebut tidak berdiri sendiri. Handayati et al. (2020) menunjukkan bahwa pendidikan kewirausahaan dapat membentuk pola pikir kewirausahaan siswa vokasi. Susantiningrum et al. (2023) menemukan variasi tingkat keterampilan kewirausahaan siswa SMK. Pritasari et al. (2024) juga menekankan pentingnya pembelajaran kewirausahaan yang kontekstual. Dengan demikian, profil TKA dapat menjadi salah satu dasar untuk mengatur tingkat dukungan dan kompleksitas tugas PKK.

Berdasarkan karakteristik masing-masing klaster, tindak lanjut pembelajaran perlu disesuaikan dengan pola kemampuan dan kebutuhan siswa. Profil kuat dan merata memerlukan

kegiatan pengayaan, profil perlu penguatan umum membutuhkan penguatan literasi, numerasi, dan konsep Projek Kreatif dan Kewirausahaan (PKK), sedangkan profil kesenjangan Bahasa Inggris memerlukan asesmen diagnostik dan pendampingan bahasa Inggris yang kontekstual. Rangkuman kebutuhan dan alternatif tindak lanjut pembelajaran untuk setiap profil disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Implikasi pembelajaran berdasarkan profil klaster

Profil	Kebutuhan utama	Arah tindak lanjut pembelajaran
Kuat dan merata	Pengayaan dan tantangan	Proyek usaha kompleks, analisis pasar, presentasi berbasis data, dan peran tutor sebaya.
Perlu penguatan umum	Penguatan literasi, numerasi, dan konsep PKK	Kasus usaha bertahap, numerasi kontekstual, lembar kerja terstruktur, dan umpan balik formatif.
Kesenjangan Bahasa Inggris	Diagnosis dan dukungan Bahasa Inggris kontekstual	Asesmen diagnostik, kosakata kerja, instruksi, promosi, serta komunikasi layanan pelanggan.

Catatan. Rekomendasi perlu dipadukan dengan nilai rapor, hasil asesmen diagnostik, observasi guru, dan kondisi belajar siswa.

Hasil klaster tidak boleh digunakan untuk memberi label tetap, menentukan kemampuan secara mutlak, atau membatasi kesempatan siswa. Koefisien silhouette yang relatif rendah menunjukkan bahwa beberapa siswa memiliki posisi yang dekat dengan batas klaster. Prinsip ini sejalan dengan kajian *educational data mining* yang menempatkan analisis data sebagai pendukung keputusan, bukan pengganti pertimbangan guru (Romero & Ventura, 2020). Sekolah perlu menggabungkan hasil TKA dengan nilai rapor, asesmen diagnostik, kehadiran, hasil proyek, dan observasi perkembangan siswa.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Data hanya berasal dari satu sekolah dan satu periode tes, sehingga hasil tidak dapat digeneralisasi langsung ke seluruh siswa SMK. Analisis hanya menggunakan empat nilai TKA dan belum memasukkan program keahlian, pengalaman belajar, motivasi, kreativitas, *self-efficacy*, atau kondisi pelaksanaan tes. Hasil K-Means juga dipengaruhi oleh pilihan variabel, standardisasi, dan jumlah klaster. Penelitian lanjutan perlu menguji kestabilan profil pada sekolah lain, menggabungkan data rapor dan asesmen diagnostik, serta menilai perubahan keanggotaan klaster setelah program pendampingan.

KESIMPULAN

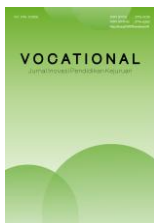
Analisis K-Means terhadap nilai Bahasa Indonesia, Matematika, Bahasa Inggris, dan Projek Kreatif dan Kewirausahaan dari 98 siswa SMKN Palang menghasilkan tiga profil kemampuan. Profil kuat dan merata mencakup 46 siswa atau 46,94%. Profil perlu penguatan umum mencakup 35 siswa atau 35,71%. Profil kesenjangan bahasa Inggris mencakup 17 siswa atau 17,35%. Solusi tiga klaster memiliki koefisien silhouette tertinggi sebesar 0,296 dibandingkan dengan kandidat lain, meskipun tingkat pemisahannya masih terbatas. Dua

komponen utama menjelaskan 68,79% variasi data dan memperkuat gambaran visual ketiga profil.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sekolah perlu mengembangkan layanan yang berbeda sesuai pola kebutuhan. Siswa dengan profil kuat dapat menerima pengayaan. Siswa pada profil penguatan umum memerlukan integrasi literasi, numerasi, dan konsep PKK. Siswa dengan kesenjangan bahasa Inggris memerlukan asesmen diagnostik dan dukungan bahasa Inggris yang kontekstual dengan pembelajaran vokasi. Sekolah harus menggunakan hasil klaster sebagai informasi awal dan memadukannya dengan data lain. Pengelompokan tidak boleh menjadi label tetap atau dasar untuk membatasi kesempatan belajar siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan. (2025). *Peraturan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Nomor 45 Tahun 2025 tentang kerangka asesmen Tes Kemampuan Akademik SMA/MA dan SMK/MAK*.
- Gonzalez-Nucamendi, A., Noguez, J., Neri, L., Robledo-Rella, V., García-Castelán, R. M. G., & Escobar-Castillejos, D. (2022). Learning analytics to determine profile dimensions of students associated with their academic performance. *Applied Sciences*, 12(20), 10560. <https://doi.org/10.3390/app122010560>
- Handayati, P., Wulandari, D., Soetjipto, B. E., Wibowo, A., & Narmaditya, B. S. (2020). Does entrepreneurship education promote vocational students' entrepreneurial mindset? *Heliyon*, 6(11), e05426. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05426>
- Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia. (2025a). *Peraturan Menteri Pendidikan Dasar dan Menengah Nomor 9 Tahun 2025 tentang Tes Kemampuan Akademik*.
- Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia. (2025b). *Keputusan Menteri Pendidikan Dasar dan Menengah Nomor 95/M/2025 tentang pedoman penyelenggaraan Tes Kemampuan Akademik*.
- Nafiati, D. A., Sukirno, S., Saidah, A., & Rajli, F. F. A. (2025). Vocational school entrepreneurship competence: Do intellectual skill, school grade, and learning environment matter? *Jurnal Ekonomi Pendidikan dan Kewirausahaan*, 13(1), 107–130. <https://doi.org/10.26740/jepk.v13n1.p107-130>
- Orsoni, M., Giovagnoli, S., Garofalo, S., Magri, S., Benvenuti, M., Mazzoni, E., & Benassi, M. (2023). Preliminary evidence on machine learning approaches for clusterizing students' cognitive profile. *Heliyon*, 9(3), e14506. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14506>
- Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., Blondel, M., Prettenhofer, P., Weiss, R., Dubourg, V., Vanderplas, J., Passos, A., Cournapeau, D., Brucher, M., Perrot, M., & Duchesnay, É. (2011). Scikit-learn: Machine learning in Python. *Journal of Machine Learning Research*, 12, 2825–2830. <https://jmlr.org/papers/v12/pedregosa11a.html>
- Pritasari, O. K., Marniati, M., & Susila, I. W. (2024). The effect of local potential-based workshop and entrepreneurship learning in increasing entrepreneurial interest. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 14(1), 1–11. <https://doi.org/10.21831/jpv.v14i1.56910>



- Risal, A. A. N., Andayani, D. D., Suherman, M. I., & Kaswar, A. B. (2024). Utilizing the K-Means clustering algorithm for analyzing student achievement assessment at SMK Negeri 1 Gowa. *Journal of Embedded Systems, Security and Intelligent Systems*, 5(1), 60–67. <https://doi.org/10.59562/jessi.v5i1.2178>
- Romero, C., & Ventura, S. (2020). Educational data mining and learning analytics: An updated survey. *WIREs Data Mining and Knowledge Discovery*, 10(3), e1355. <https://doi.org/10.1002/widm.1355>
- Rousseeuw, P. J. (1987). Silhouettes: A graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 20, 53–65. [https://doi.org/10.1016/0377-0427\(87\)90125-7](https://doi.org/10.1016/0377-0427(87)90125-7)
- Siregar, H. L., Hidayanthi, R., & Sakti, A. L. D. (2024). Implementation of K-Means clustering on student learning achievements based on social economic and social related. *Research and Development in Education*, 4(2), 1447–1459. <https://doi.org/10.22219/raden.v4i2.36742>
- Susantiningrum, S., Siswandari, S., Joyoatmojo, S., & Mafruhah, I. (2023). Leveling entrepreneurial skills of vocational secondary school students in Indonesia: Impact of demographic characteristics. *International Journal for Research in Vocational Education and Training*, 10(1), 113–137. <https://doi.org/10.13152/IJRVET.10.1.6>