



An Evaluation of Teacher–Student Distribution and School Availability in Supporting Educational Development Using the K-Means Clustering Algorithm

Evaluasi Distribusi Guru-Siswa dan Ketersediaan Sekolah untuk Mendukung Pembangunan Pendidikan Menggunakan K-Means Clustering

Usman Arfan^{1*}, Yulianus Pekei²

^{1,2}Program Studi Informatika, STMIK Pesat Nabire, Indonesia

E-Mail: ¹usmanarfanpesat@gmail.com, ²yulianuspekei518@gmail.com

Received Jun 02nd 2025; Revised Oct 03rd 2025; Accepted Oct 25th 2025; Available Online Nov 05th 2025

Corresponding Author: Usman Arfan

Copyright © 2025 by Authors, Published by Institut Riset dan Publikasi Indonesia (IRPI)

Abstract

The unequal distribution of teachers and the availability of public senior high schools (SMA) in Indonesia remain a major challenge in achieving educational equity. This study aims to analyze and evaluate the distribution of teachers, students, and schools by applying the K-Means Clustering algorithm. The data were obtained from Statistics Indonesia (BPS) for the 2023–2024 period, covering all provinces across the country. Using a data mining approach with the Orange application, the processes of data preprocessing, normalization, cluster modeling, and result visualization were carried out. The findings reveal three main clusters: Cluster 1, comprising 20 provinces with relatively balanced teacher and school distributions; Cluster 2, consisting of 6 provinces in eastern regions, such as Papua and Maluku, facing significant infrastructural and accessibility challenges; and Cluster 3, containing 8 provinces with moderate distribution conditions. This study suggests that national policies, such as the ideal 20:1 teacher-student ratio used as a requirement for professional allowance eligibility, are not yet sufficiently adaptable to local geographic and demographic realities. The clustering results provide both analytical and visual foundations for national and regional policymakers to design more equitable and context-sensitive education policies, particularly at the senior secondary level.

Keywords: Clustering, Data Mining, Educational Inequality, K-Means, Senior High School

Abstrak

Ketimpangan distribusi guru dan ketersediaan Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri di Indonesia menjadi tantangan serius dalam mewujudkan pemerataan pendidikan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengevaluasi distribusi jumlah guru, siswa, dan sekolah SMA Negeri dengan menerapkan algoritma *K-Means Clustering*. Data bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2023–2024 yang mencakup seluruh provinsi di Indonesia. Melalui pendekatan *data mining* menggunakan Orange, dilakukan proses pra-pemrosesan data, normalisasi, pemodelan kluster, serta visualisasi hasil. Hasil penelitian menunjukkan terbentuknya tiga kluster wilayah: Kluster 1 yang mencakup 20 provinsi dengan distribusi guru dan sekolah yang relatif ideal, Kluster 2 yang terdiri dari 6 provinsi di kawasan timur seperti Papua dan Maluku dengan tantangan tinggi akibat keterbatasan infrastruktur pendidikan, serta Kluster 3 yang berisi 8 provinsi dengan kondisi distribusi sedang. Penelitian ini mengungkap bahwa kebijakan nasional seperti rasio ideal 20:1 dalam pemberian tunjangan profesi guru belum adaptif terhadap kondisi geografis dan demografis lokal. Hasil klusterisasi ini memberikan dasar visual dan analitik yang kuat bagi pemerintah pusat dan daerah dalam merumuskan kebijakan pemerataan pendidikan yang lebih adil dan kontekstual, khususnya di jenjang menengah atas.

Kata kunci: Clustering, Data Mining, K-Means, Ketimpangan Pendidikan, Sekolah Menengah Atas

1. PENDAHULUAN

Pendidikan memainkan peran penting dalam mengembangkan keterampilan dan kompetensi yang diperlukan bagi individu untuk berkembang dalam lingkungan global yang kompetitif. Ini memberikan dasar untuk pertumbuhan profesional dan pengembangan karir, yang penting untuk meningkatkan kualitas sumber

daya manusia dalam suatu bangsa [1], [2]. Di Indonesia, tantangan pemerataan pendidikan masih menjadi isu strategis, khususnya pada jenjang Sekolah Menengah Atas (SMA) [3]. Ketimpangan distribusi guru dan ketersediaan SMA Negeri antar daerah berdampak langsung pada kualitas pendidikan yang diterima oleh siswa [4]. Kondisi ini menimbulkan kesenjangan dalam akses dan mutu pendidikan antar wilayah, baik antar provinsi maupun antar kabupaten/kota.

Rasio guru terhadap siswa merupakan indikator penting dalam mengukur efisiensi dan efektivitas proses pembelajaran [5]. Ketersediaan sekolah secara merata sangat menentukan tingkat partisipasi pendidikan di suatu wilayah. Teknologi informasi dan *data mining* memungkinkan analisis spasial yang mendalam untuk mengkaji distribusi guru, siswa, dan sekolah [6]. Metode *K-Means Clustering* merupakan teknik pengelompokan yang digunakan untuk mengidentifikasi pola distribusi dalam data Pendidikan [7].

Terdapat ketidakseimbangan distribusi guru dan SMA Negeri di beberapa wilayah, terutama antara daerah perkotaan dan pedesaan. Daerah dengan jumlah siswa yang tinggi tidak selalu memiliki jumlah guru dan sekolah yang memadai. Ketiadaan peta distribusi berbasis data yang komprehensif menyulitkan perumusan kebijakan yang tepat sasaran dalam bidang pendidikan.

Pendekatan berbasis data menggunakan *K-Means Clustering* dapat memberikan gambaran pengelompokan wilayah berdasarkan karakteristik Pendidikan [8]. Penggunaan analisis spasial terhadap data guru, siswa, dan sekolah dapat membantu mengidentifikasi daerah yang mengalami kekurangan atau kelebihan sumber daya Pendidikan [9]. Hasil *clustering* dapat dimanfaatkan sebagai bahan evaluasi dan perencanaan strategis oleh pemerintah pusat dan daerah [10].

Penelitian sebelumnya masih terbatas pada analisis distribusi pendidikan dasar dan belum secara spesifik membahas distribusi pendidikan menengah atas secara nasional [11]. Belum banyak studi yang menggabungkan pendekatan *data mining* dengan analisis spasial untuk mengevaluasi distribusi pendidikan. Analisis distribusi guru dan sekolah secara bersamaan dalam satu model *clustering* masih jarang dilakukan, sehingga menjadi celah yang perlu dijabatani.

Beberapa studi terdahulu telah menerapkan K-Means untuk mengelompokkan sekolah atau wilayah berdasarkan indikator pendidikan, namun dalam skala terbatas [12]. Penelitian penulis memperkenalkan pendekatan holistik dengan menggabungkan tiga elemen utama: jumlah guru, siswa, dan sekolah. *Novelty* dari penelitian penulis adalah penggunaan *K-Means Clustering* dalam lingkup nasional untuk mengevaluasi distribusi pendidikan jenjang SMA Negeri secara simultan dan berbasis data.

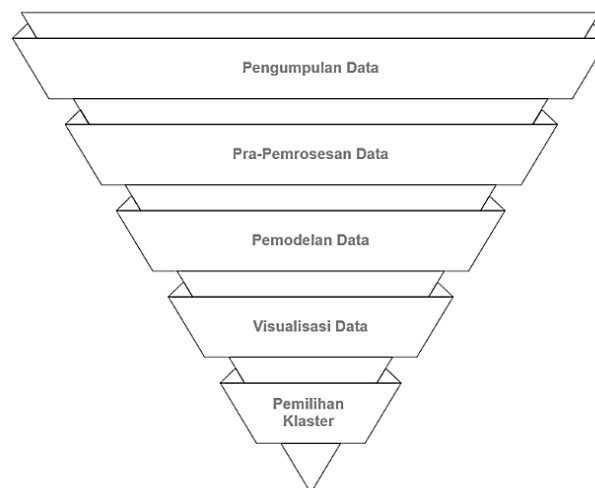
Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengevaluasi distribusi guru, siswa, dan SMA Negeri secara nasional menggunakan pendekatan *K-Means Clustering*. Dengan mengidentifikasi kelompok wilayah berdasarkan karakteristik distribusi pendidikan, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran visual dan analitik sebagai dasar pertimbangan perencanaan pemerataan pendidikan jenjang menengah atas.

Hasil penelitian dapat digunakan oleh pemerintah dan pemangku kepentingan dalam merumuskan kebijakan pemerataan Pendidikan [13], [14]. Mendukung upaya peningkatan kualitas pendidikan dan pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan di bidang Pendidikan [15]. Memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan metode analisis distribusi pendidikan yang berbasis data dan teknologi.

2. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif deskriptif dengan pendekatan *data mining*, yang bertujuan untuk mengelompokkan wilayah di Indonesia berdasarkan karakteristik distribusi jumlah guru, jumlah siswa, dan jumlah Sekolah Menengah Atas Negeri [16]. Metode *clustering* yang digunakan adalah *K-Means Clustering*. Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS). *Dataset* mencakup jumlah guru SMA Negeri, jumlah siswa, dan jumlah SMA Negeri pada masing-masing provinsi di Indonesia.

K-Means merupakan salah satu algoritma *clustering* yang banyak digunakan dalam analisis data untuk mengelompokkan data ke dalam beberapa kelompok (*cluster*) berdasarkan kemiripan karakteristik tertentu [17]. Algoritma ini bekerja dengan menentukan jumlah *cluster* (*K*) yang diinginkan, kemudian menginisialisasi titik pusat (*centroid*) secara acak. Selanjutnya, setiap data akan dikelompokkan ke dalam *cluster* terdekat berdasarkan jarak ke *centroid*. Setelah itu, posisi *centroid* dihitung ulang berdasarkan rata-rata data dalam masing-masing *cluster*. Proses ini akan diulang hingga hasil pengelompokan stabil atau tidak mengalami perubahan yang signifikan [18]. Kelebihan dari *K-Means* terletak pada kesederhanaannya serta efisiensinya dalam mengolah data berukuran besar. Namun, *K-Means* juga memiliki kelemahan, antara lain sensitif terhadap pemilihan jumlah *cluster* awal (*K*) dan kurang optimal untuk data yang memiliki bentuk *cluster* yang kompleks atau tidak beraturan. Dalam bidang penelitian maupun *data mining*, *K-Means* banyak dimanfaatkan untuk berbagai tujuan seperti segmentasi pelanggan, analisis pasar, hingga pengelompokan dokumen.



Gambar 1. Proses *Clustering K-Means*

Proses penelitian dilakukan melalui pengumpulan data, data dikumpulkan dari sumber resmi berupa data agregat tahunan terbaru (2023–2024) untuk masing-masing provinsi. Selanjutnya pra-pemrosesan data, data dibersihkan dari nilai *null*, *outlier*, dan dilakukan normalisasi untuk menyamakan skala data. Pemodelan dengan orange, *dataset* diimpor ke dalam *Orange Data mining*. Fitur yang digunakan: Jumlah Guru, Jumlah Siswa, dan Jumlah Sekolah. Digunakan widget “*K-Means*” untuk melakukan *clustering*. Eksperimen dilakukan dengan jumlah *cluster* (*K*) 3 untuk mencari pemisahan kelompok yang paling optimal. Visualisasi dan Interpretasi, visualisasi hasil dilakukan dengan widget “*Scatter Plot*”, “*Silhouette Plot*”, dan “*Data Table*” untuk menganalisis distribusi hasil klaster. Pemilihan Jumlah Klaster (*K*), Pemilihan nilai *K* yang optimal dilakukan dengan mengamati nilai *Silhouette Score* dan koherensi data dalam setiap *cluster*. Nilai *K* yang memberikan pemisahan paling jelas antar kelompok dipilih sebagai representasi terbaik distribusi wilayah. Proses *Clustering K-Means* dapat dilihat pada Gambar 1.

3. STUDI LITERATUR

Penelitian yang dilakukan oleh Dwi Ari Suryawan dan Teguh Sugiyarto (2022) berfokus pada klasifikasi ketidaksetaraan pendidikan di Indonesia dengan menggunakan analisis deskriptif dan inferensial, yang menekankan variabel makro seperti pengeluaran pendidikan dan tingkat kemiskinan. Hasil analisis menunjukkan bahwa ketimpangan pendidikan dipengaruhi oleh kondisi ekonomi dan distribusi anggaran antar daerah. Namun, penelitian ini tidak mengolah data pada level mikro seperti jumlah guru, siswa, dan sekolah, sehingga belum mampu memberikan gambaran spasial yang detail mengenai ketimpangan pendidikan di tingkat provinsi. Kelebihan penelitian ini terletak pada kekuatan analisis statistiknya, tetapi kelemahannya adalah absennya dimensi spasial dan distribusi tenaga pendidik yang menjadi fokus penelitian ini [19].

Sementara itu, Robbi Rahim (2023) menerapkan metode *K-Means* dan C4.5 untuk memetakan Angka Partisipasi Murni (APM) di Provinsi Sumatera Utara. Hasil pemrosesan datanya menunjukkan tiga klaster utama yang merepresentasikan tingkat partisipasi pendidikan rendah, sedang, dan tinggi. Pendekatan kombinasi antara *clustering* dan decision tree memberikan nilai akurasi klasifikasi yang baik. Namun, penelitian ini masih terbatas pada aspek partisipasi siswa, tanpa mempertimbangkan peran tenaga pendidik maupun ketersediaan sarana pendidikan. Dengan demikian, hasilnya bersifat deskriptif dan kurang menggambarkan hubungan antar variabel pendidikan secara komprehensif [20].

Selanjutnya, Rindang Ndaru Puspita (2022) menggunakan metode *cluster analysis* untuk mengelompokkan provinsi berdasarkan tingkat penyelesaian pendidikan. Hasil klasterisasi menunjukkan adanya tiga kelompok provinsi dengan tingkat penyelesaian pendidikan yang berbeda. Meskipun hasilnya berhasil menggambarkan perbedaan pencapaian pendidikan antarwilayah, penelitian ini belum melibatkan indikator distribusi guru dan sekolah sebagai faktor pendukung capaian pendidikan. Kelebihan penelitian ini adalah kemampuannya memetakan disparitas pendidikan antarprovinsi, namun kelemahannya terletak pada keterbatasan variabel analisis yang tidak mencakup dimensi sumber daya manusia pendidikan [21].

Berdasarkan evaluasi terhadap ketiga penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa masih terdapat celah penelitian (*research gap*) dalam hal analisis distribusi tenaga pendidik, jumlah siswa, dan ketersediaan sekolah sebagai satu kesatuan sistem pendidikan, khususnya di jenjang Sekolah Menengah Atas. Penelitian ini menawarkan pendekatan yang lebih komprehensif dan berbasis data spasial dengan menerapkan *K-Means*

Clustering untuk mengelompokkan wilayah berdasarkan rasio guru-siswa dan jumlah sekolah. Selain itu, penelitian ini tidak hanya melakukan pengelompokan, tetapi juga evaluasi terhadap hasil klasterisasi untuk menilai efektivitas kebijakan pendidikan yang berlaku. Dengan demikian, penelitian ini memiliki kelebihan dalam memberikan kontribusi empiris dan aplikatif bagi perumusan kebijakan pemerataan pendidikan di Indonesia.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Subbab ini menyajikan hasil analisis distribusi guru, siswa, dan ketersediaan Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri di Indonesia dengan menerapkan algoritma *K-Means Clustering*. Proses evaluasi dilakukan untuk mengidentifikasi pola sebaran dan ketimpangan yang terjadi antar wilayah, sebagai dasar pengambilan kebijakan dalam mendukung pemerataan akses dan kualitas pendidikan. Hasil yang diperoleh kemudian dianalisis untuk menilai sejauh mana distribusi sumber daya pendidikan tersebut mampu menjawab kebutuhan pembangunan pendidikan nasional secara berkelanjutan. Data distribusi guru-siswa dan ketersediaan SMA Negeri di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Distribusi Guru-Siswa dan Ketersediaan SMA Negeri Di Indonesia
(Source: Badan Pusat Statistik 2023-2024.) [22]

Provinsi	Jumlah Murid SMA (Negeri)	Jumlah Guru SMA (Negeri)	Jumlah Sekolah SMA (Negeri)
Aceh	118.487	12.463	394
Sumatera Utara	248.734	16.265	432
Sumatera Barat	138.979	9.800	236
Riau	148.011	10.280	313
Jambi	71.000	5.327	163
Sumatera Selatan	171.193	12.180	330
Bengkulu	51.685	3.936	109
Lampung	128.161	8.363	239
Kepulauan Bangka Belitung	27.129	1.493	47
Kepulauan Riau	49.014	3.004	93
DKI Jakarta	88.181	5.184	117
Jawa Barat	530.509	25.780	514
Jawa Tengah	343.035	18.389	362
DI Yogyakarta	43.387	2.642	69
Jawa Timur	351.429	19.970	423
Banten	144.431	6.630	161
Bali	81.893	4.759	90
Nusa Tenggara Barat	96.571	7.551	150
Nusa Tenggara Timur	145.341	12.626	393
Kalimantan Barat	102.734	6.590	285
Kalimantan Tengah	56.103	4.462	181
Kalimantan Selatan	60.883	4.296	142
Kalimantan Timur	68.792	4.290	145
Kalimantan Utara	16.080	1.205	46
Sulawesi Utara	50.115	3.754	121
Sulawesi Tengah	73.086	5.077	176
Sulawesi Selatan	193.254	13.382	337
Sulawesi Tenggara	89.328	7.969	251
Gorontalo	30.376	1.950	62
Sulawesi Barat	28.370	2.373	77
Maluku	57.822	5.485	215
Maluku Utara	35.868	3.201	139
Papua Barat	13.327	954	43
Papua Barat Daya	10.660	972	43
Papua	22.167	1.467	57
Papua Selatan	9.966	709	22
Papua Tengah	10.862	684	28
Papua Pegunungan	9.944	603	44

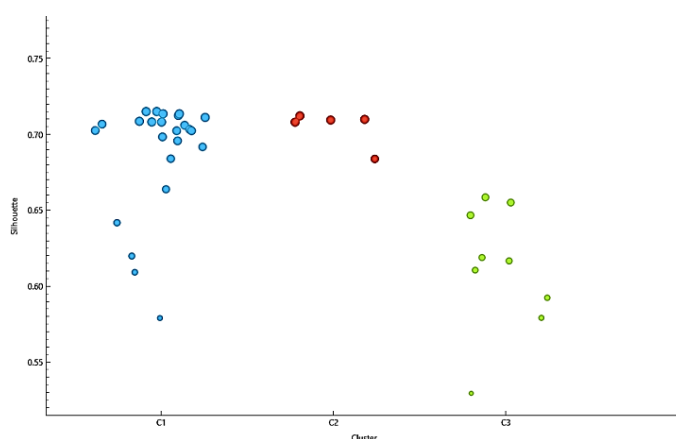
Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 74 Tahun 2008 Tentang Guru pada pasal 17 ayat 1, menerangkan bahwa Guru Tetap pemegang Sertifikat Pendidik berhak mendapatkan tunjangan profesi apabila mengajar di satuan pendidikan yang rasio minimal jumlah peserta didik terhadap Gurunya, untuk SMA atau yang sederajat 20:1.

Hasil analisis *clustering* terhadap distribusi guru-siswa dan ketersediaan Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri di Indonesia menghasilkan tiga kelompok utama (*Cluster 1*, *Cluster 2*, dan *Cluster 3*) berdasarkan nilai *Silhouette Coefficient* dari masing-masing provinsi (lihat Tabel 2). Visualisasi dalam bentuk grafik batang maupun *Scatter Plot* menunjukkan tingkat kesesuaian (*coherence*) masing-masing provinsi terhadap kluster tempatnya tergabung.

Tabel 2. Klasifikasi Distribusi Guru dan Murid serta Ketersediaan Sekolah

<i>Cluster</i>	Klasifikasi
Biru (C1)	Provinsi dengan kinerja baik dalam distribusi guru dan ketersediaan SMA Negeri
Merah (C2)	Provinsi dengan tantangan tinggi dalam pembangunan pendidikan, terutama distribusi guru dan akses sekolah.
Hijau (C3)	Provinsi dengan kondisi sedang, memerlukan evaluasi lanjutan dan peningkatan efisiensi distribusi.

Dalam upaya menilai keseimbangan antara jumlah guru dan murid di tingkat Sekolah Menengah Atas (SMA), digunakan rasio ideal minimal 1:20, yang berarti satu guru melayani dua puluh murid. Rasio ini dianggap sebagai ambang batas untuk menjamin efektivitas proses pembelajaran, keterjangkauan layanan pendidikan, serta beban kerja guru yang proporsional.



Gambar 2. Scatter Plot Hasil Pemrosesan Data Clustering

Pada Gambar 2 *Cluster* pertama (C1) ditandai dengan warna biru, mencakup sebagian besar provinsi di Indonesia seperti Sumatera Barat, Jambi, Bali, Kalimantan Barat, Sulawesi Selatan, dan beberapa provinsi di kawasan Jawa dan Kalimantan. Nilai *Silhouette Coefficient* yang relatif tinggi ($> 0,65$) menunjukkan bahwa provinsi-provinsi dalam klaster ini memiliki pola distribusi guru yang merata dan jumlah SMA Negeri yang memadai dalam mendukung jumlah siswa di wilayahnya. Hal ini menandakan keberhasilan implementasi kebijakan pendidikan dalam hal pemerataan sumber daya manusia (guru) dan infrastruktur pendidikan (sekolah).

Cluster kedua (C2) yang ditandai dengan warna merah terdiri dari provinsi-provinsi di kawasan Papua, yaitu Papua, Papua Barat, Papua Tengah, Papua Selatan, Papua Pegunungan, dan Papua Barat Daya. Meskipun nilai *Silhouette* mereka cukup tinggi, pengelompokan ini mencerminkan karakteristik unik berupa rendahnya ketersediaan sekolah serta keterbatasan distribusi tenaga pendidik yang merata. Faktor geografis, aksesibilitas wilayah yang sulit, serta tantangan sosial-budaya turut memengaruhi kesenjangan pendidikan yang terjadi. Provinsi-provinsi dalam klaster ini membutuhkan perhatian khusus dari pemerintah pusat, baik dalam bentuk afirmasi kebijakan maupun dukungan infrastruktur pendidikan berbasis wilayah 3T (tertinggal, terdepan, terluar).

Cluster ketiga (C3) yang divisualisasikan dengan warna hijau meliputi provinsi seperti Aceh, Riau, Sumatera Selatan, Jawa Barat, Jawa Timur, Nusa Tenggara Timur, dan lainnya. Provinsi-provinsi ini memiliki nilai *Silhouette Coefficient* yang sedikit lebih rendah dibandingkan C1, menunjukkan bahwa meskipun distribusi guru dan sekolah sudah tersedia, namun masih belum optimal atau merata di seluruh wilayah kabupaten/kota. Masih terdapat gap antara jumlah siswa dengan ketersediaan tenaga pendidik dan fasilitas pendidikan. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan berbasis data untuk memetakan kebutuhan lokal guna meningkatkan efektivitas penyelenggaraan pendidikan menengah atas.

Tabel 3. Hasil *Clustering* Data Distribusi Guru, Murid dan Ketersediaan Sekolah

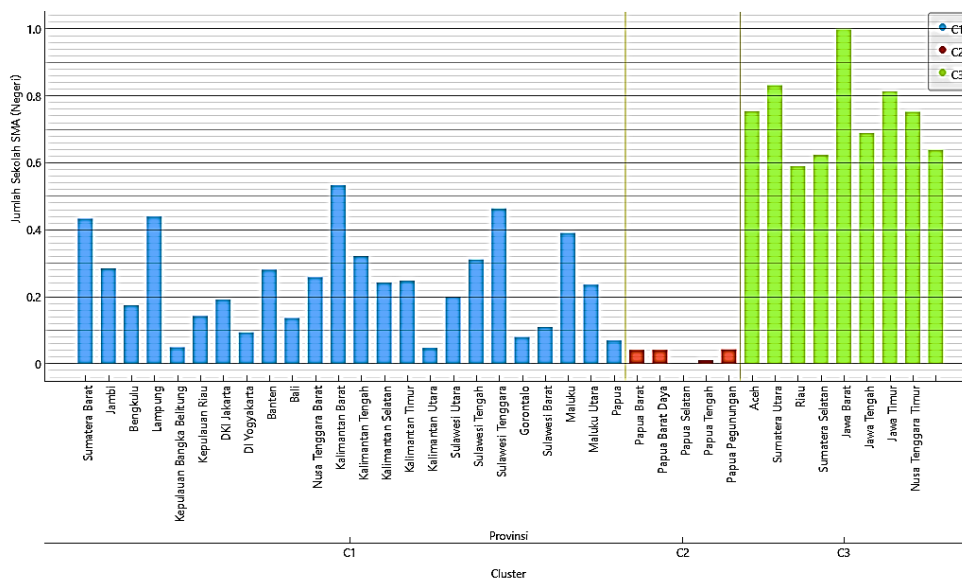
Provinsi	Rasio Guru	Cluster	Silhouette
Sumatera Barat	14,18	C1	0.609192
Jambi	13,33	C1	0.708206
Bengkulu	13,13	C1	0.715062
Lampung	15,32	C1	0.619864
Kep. Bangka Belitung	18,17	C1	0.695785
Kepulauan Riau	16,32	C1	0.713604
DKI Jakarta	17,01	C1	0.708635
DI Yogyakarta	16,42	C1	0.706764
Banten	21,78	C1	0.663859
Bali	17,21	C1	0.708141
Nusa Tenggara Barat	12,79	C1	0.702422
Kalimantan Barat	15,59	C1	0.579023
Kalimantan Tengah	12,57	C1	0.702587
Kalimantan Selatan	14,17	C1	0.7136
Kalimantan Timur	16,04	C1	0.712486
Kalimantan Utara	13,34	C1	0.691781
Sulawesi Utara	13,35	C1	0.715078
Sulawesi Tengah	14,4	C1	0.703302
Sulawesi Tenggara	11,21	C1	0.641828
Gorontalo	15,58	C1	0.702429
Sulawesi Barat	11,96	C1	0.706049
Maluku	10,54	C1	0.684002
Maluku Utara	11,21	C1	0.711194
Papua	15,11	C1	0.698368
Papua Barat	13,97	C2	0.709924
Papua Barat Daya	10,97	C2	0.708092
Papua Selatan	14,06	C2	0.712225
Papua Tengah	15,88	C2	0.709474
Papua Pegunungan	16,49	C2	0.683876
Aceh	9,51	C3	0.579158
Sumatera Utara	15,29	C3	0.65857
Riau	14,4	C3	0.529411
Sumatera Selatan	14,06	C3	0.592371
Jawa Barat	20,58	C3	0.618862
Jawa Tengah	18,65	C3	0.646748
Jawa Timur	17,6	C3	0.655124
Nusa Tenggara Timur	11,51	C3	0.610604
Sulawesi Selatan	14,44	C3	0.616658

Hasil klasterisasi pada Tabel 3 dapat menjadi landasan awal dalam merumuskan kebijakan pembangunan pendidikan menengah atas secara lebih adil dan efisien. Pemerintah daerah yang tergolong dalam *Cluster* 1 dapat dijadikan model atau best practice untuk replikasi strategi pendidikan. Sementara itu, *Cluster* 2 membutuhkan pendekatan khusus dengan mempertimbangkan kondisi geografis dan sosial, sedangkan *Cluster* 3 membutuhkan optimalisasi program redistribusi guru dan pembangunan unit sekolah baru yang berbasis kebutuhan riil di lapangan.

Analisis dan hasil penelitian penulis terhadap ketimpangan distribusi Guru, Murid, dan Sekolah, yang pertama ialah kebijakan tunjangan profesi guru (TPG) dan Rasio Ideal 20:1. Kebijakan ini mengatur bahwa tunjangan profesi hanya diberikan kepada guru yang mengajar di satuan pendidikan dengan rasio peserta didik minimal 20 siswa per guru. Tujuannya adalah untuk mendorong efisiensi dalam pemanfaatan tenaga pendidik dan menjamin keberlangsungan layanan pendidikan berkualitas. Namun, di banyak daerah 3T (tertinggal, terdepan, dan terluar) serta provinsi dengan jumlah penduduk rendah seperti di wilayah Papua, Maluku, atau NTT, rasio ini sulit dipenuhi karena jumlah siswa yang terbatas akibat rendahnya kepadatan penduduk, jarak antar desa atau sekolah yang sangat jauh, banyak sekolah yang hanya memiliki satu atau dua rombongan belajar. Akibatnya, guru-guru di daerah ini tidak memenuhi syarat untuk mendapatkan tunjangan profesi, meskipun mereka mengabdikan di daerah sulit dan dengan beban kerja yang tinggi. Ini menciptakan insentif negatif dan memperburuk ketimpangan distribusi guru karena Guru cenderung memilih lokasi mengajar di daerah dengan siswa banyak (misalnya di kota besar atau kabupaten padat) dan pemerintah daerah kesulitan menarik dan mempertahankan guru di wilayah terpencil.

Selanjutnya ketimpangan demografis dan persebaran penduduk, provinsi seperti Papua, Papua Pegunungan, dan Nusa Tenggara Timur memiliki topografi sulit dan populasi tersebar, yang menyebabkan

jumlah siswa per sekolah kecil, sekolah-sekolah tersebar di daerah terisolasi. Hal ini membuat penerapan rasio 20:1 menjadi tidak relevan di daerah ini, meskipun pendidikan tetap harus diberikan. Yang ketiga ialah distribusi sekolah negeri tidak merata. Pembangunan sekolah seringkali terpusat di wilayah perkotaan. Wilayah terpencil mengalami kekurangan satuan pendidikan tingkat SMA, sehingga banyak siswa tidak melanjutkan pendidikan karena sekolah terlalu jauh. Beban guru di sekolah terpencil justru lebih berat karena harus mengajar lintas mata pelajaran dan jenjang. Gambar 3 merupakan diagram dari ketersediaan sekolah di masing-masing provinsi.



Gambar 3. Ketersediaan Sekolah di Masing-Masing Provinsi

Temuan klasterisasi sebelumnya yang menunjukkan dominasi wilayah Papua dan sekitarnya dalam satu klaster tersendiri (C2) memperkuat indikasi bahwa kebijakan nasional yang bersifat generik belum sepenuhnya menjawab persoalan ketimpangan pendidikan di Indonesia. Secara normatif, ketentuan dalam PP No. 74 Tahun 2008 Pasal 17 Ayat 1 menyatakan bahwa seorang guru hanya dapat menerima Tunjangan Profesi apabila mengajar dengan rasio minimal peserta didik terhadap guru untuk jenjang SMA sebesar 20:1. Ketentuan ini bersifat normatif ideal namun tidak adaptif terhadap kondisi geografis dan demografis lokal.

Di wilayah-wilayah dengan kepadatan penduduk yang rendah serta sebaran penduduk yang terpencar seperti Papua, Nusa Tenggara Timur, dan sebagian Kalimantan, rasio 20:1 sulit untuk dicapai secara alami. Hal ini menyebabkan guru yang mengabdikan di daerah-daerah tersebut tidak memenuhi syarat administratif untuk menerima tunjangan profesi, meskipun dari sisi beban kerja dan tantangan medan justru lebih berat daripada di wilayah-wilayah perkotaan.

Akibatnya, muncul insentif negatif bagi guru-guru muda untuk menghindari penempatan di wilayah 3T, memperkuat pola sentralisasi pendidikan di wilayah padat penduduk, dan memperburuk distribusi tenaga pengajar. Hal ini berdampak langsung terhadap rendahnya kualitas pendidikan di wilayah pinggiran. Kesenjangan capaian pendidikan antardaerah, yang pada gilirannya berdampak pada ketimpangan sosial dan ekonomi. Tingginya angka putus sekolah, khususnya di wilayah yang tidak memiliki SMA Negeri atau akses transportasi yang memadai.

Ketimpangan distribusi guru dan sekolah, apabila tidak segera ditangani, akan menjadi penghambat utama dalam pencapaian tujuan SDG's 4 (Pendidikan Berkualitas) dan visi Indonesia Emas 2045. Dalam konteks desentralisasi, pemerintah daerah juga perlu dilibatkan secara aktif dalam proses pemetaan dan rekrutmen guru yang berbasis pada kebutuhan dan potensi lokal. Dengan demikian, kebijakan pendidikan harus bersifat multidimensional, menggabungkan pendekatan regulatif, geografis, dan sosial.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil analisis distribusi guru, siswa, dan ketersediaan SMA Negeri berdasarkan pendekatan klasterisasi menunjukkan adanya ketimpangan spasial yang signifikan antar wilayah di Indonesia. Klaster C1, yang terdiri dari sebagian besar provinsi di Pulau Jawa dan Sumatera, mencerminkan kondisi distribusi yang relatif ideal dengan rasio guru-siswa dan ketersediaan sekolah yang mendekati ketentuan normatif. Sebaliknya, Klaster C2, yang didominasi oleh wilayah Papua dan sekitarnya, menunjukkan karakteristik ketimpangan yang tinggi, baik dari sisi rasio maupun akses terhadap pendidikan menengah atas.

Ketimpangan ini tidak hanya dipengaruhi oleh faktor geografis dan kepadatan penduduk, tetapi juga oleh regulasi nasional yang belum sepenuhnya responsif terhadap keragaman kondisi daerah. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 74 Tahun 2008 Pasal 17 Ayat 1 mengatur bahwa guru berhak menerima tunjangan profesi apabila mengajar pada satuan pendidikan dengan rasio minimal peserta didik terhadap guru sebesar 20:1 untuk jenjang SMA. Kebijakan ini dirancang untuk mendorong efisiensi tenaga pendidik dan pemerataan layanan pendidikan. Namun, dalam praktiknya, ketentuan tersebut justru menimbulkan disparitas di wilayah dengan populasi rendah dan kondisi geografis sulit seperti Papua, Maluku, dan Nusa Tenggara Timur, karena banyak sekolah di daerah tersebut tidak mampu memenuhi rasio ideal akibat keterbatasan jumlah siswa dan persebaran penduduk yang tidak merata. Akibatnya, guru di wilayah-wilayah ini kehilangan hak atas tunjangan profesi, sehingga menurunkan motivasi dan memperparah ketimpangan distribusi tenaga pendidik.

Secara umum, temuan ini menunjukkan bahwa pembangunan pendidikan di Indonesia masih menghadapi tantangan serius dalam hal ketidakmerataan distribusi sumber daya manusia dan infrastruktur pendidikan, yang berpotensi menghambat pencapaian tujuan pendidikan nasional yang inklusif dan berkeadilan.

Berdasarkan hasil tersebut, terdapat beberapa saran strategis. Pertama, perlu dilakukan reformulasi kebijakan tunjangan profesi guru. Pemerintah pusat sebaiknya meninjau kembali ketentuan rasio minimal siswa terhadap guru dengan mempertimbangkan kondisi geografis dan demografis masing-masing daerah, terutama di wilayah dengan sebaran penduduk rendah seperti Papua, Kalimantan, dan Nusa Tenggara Timur. Skema insentif yang lebih adaptif dan kontekstual perlu dirancang agar guru tetap termotivasi mengajar di wilayah tersebut. Kedua, penguatan peran pemerintah daerah melalui desentralisasi kewenangan dalam perencanaan distribusi guru dan pembangunan sekolah perlu ditingkatkan, agar kebijakan yang diterapkan lebih sesuai dengan kebutuhan lokal. Ketiga, pembangunan model sekolah terpadu berasrama (boarding school) di daerah dengan kepadatan penduduk rendah dapat menjadi solusi efektif untuk mengatasi hambatan geografis dan meningkatkan efisiensi sumber daya. Keempat, peningkatan kemitraan lintas sektor antara Kementerian Pendidikan, Bappenas, Kementerian Dalam Negeri, serta mitra pembangunan lainnya perlu diperkuat untuk merancang intervensi kebijakan yang terintegrasi dan berkelanjutan dalam mengurangi ketimpangan pendidikan di Indonesia.

REFERENSI

- [1] D. Supriyadi and N. Martini, "Manajemen Sumber Daya Manusia dalam Lembaga Pendidikan," *J. Manaj. dan Sains*, vol. 8, no. 1, p. 450, 2023, doi: 10.33087/jmas.v8i1.776.
- [2] D. Juita, Priya, M. Azwardi, and A. Amra, "Pentingnya Pengembangan Sumber Daya Manusia pada Lembaga Pendidikan," *Indo-MathEdu Intellectuals J.*, vol. 5, no. 3, pp. 3068–3077, 2024, doi: 10.54373/imeij.v5i3.1243.
- [3] Y. Handayani and S. Sukari, "Problematika Sistem Pendidikan di Indonesia," *J. Pendidik. dan Ilmu Sos.*, vol. 3, no. 1, pp. 168–179, 2024, doi: 10.54066/jupendis.v3i1.2851.
- [4] Y. Liu, "Educational Equity in China's Geographical Differences," *Lect. Notes Educ. Psychol. Public Media*, vol. 73, no. 1, pp. 62–69, 2024, doi: 10.54254/2753-7048/73/20241025.
- [5] A. A. Ganai, "Teacher Effectiveness and Factors Promoting Teacher Effectiveness," *Int. J. Sci. Res.*, 2023, doi: 10.21275/sr23812122127.
- [6] W. Liu, Z. Zhu, and L. Wang, "Spatiotemporal heterogeneity of primary and secondary school student distribution in Liaoning Province, China from 2010 to 2020," *Front. Earth Sci.*, vol. 10, 2022, doi: 10.3389/feart.2022.1014490.
- [7] F. Nie, Z. Li, R. Wang, and X. Li, "An Effective and Efficient Algorithm for *K-Means Clustering* With New Formulation," *IEEE Trans. Knowl. Data Eng.*, vol. 35, pp. 3433–3443, 2023, doi: 10.1109/TKDE.2022.3155450.
- [8] N. Graetz *et al.*, "Mapping disparities in education across low- and middle-income countries," *Nature*, vol. 577, no. 7789, pp. 235–238, 2020, doi: 10.1038/S41586-019-1872-1.
- [9] C. D. Cobb, "Geospatial Analysis: A New Window Into Educational Equity, Access, and Opportunity," *Rev. Res. Educ.*, vol. 44, no. 1, pp. 97–129, 2020, doi: 10.3102/0091732X20907362.
- [10] M. Shim and I. H. Chung, "Clustering Fiscal Management Behavior at Local School Districts: The Case of Local Education Finance," *Gyo'yug jae'jeong gyeongje yeon'gu*, vol. 31, no. 2, pp. 105–127, 2022, doi: 10.46967/jefe.2022.31.2.105.
- [11] Y. A. Priambodo and S. Y. J. Prasetyo, "Pemetaan Penyebaran Guru di Provinsi Banten dengan Menggunakan Metode Spatial Clustering K-Means (Studi kasus : Wilayah Provinsi Banten)," *Indones. J. Comput. Model.*, vol. 1, no. 1, pp. 18–27, 2018, doi: 10.24246/j.icm.2018.v1.i1.p18-27.
- [12] K. Muttaqin, N. Novianda, A. Ihsan, J. Sultan, F. Rifqiyah, and others, "Implementation of *K-Means Clustering* in Mapping Teacher Distribution Using Geographic Information System," *Elinvo*

- (*Electronics, Informatics, Vocat. Educ.*, vol. 9, no. 1, pp. 187–196, 2024.
- [13] P. R. Indonesia, “Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 74 Tahun 2008 Tentang Guru,” 2008.
 - [14] M. Pendidikan, D. A. N. Kebudayaan, and R. Indonesia, “Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 17 Tentang Petunjuk Teknis Penyaluran Tunjangan Profesi Dan Tambahan Penghasilan Bagi Guru Pegawai Negeri Sipil Daerah,” 2016.
 - [15] Menteri Pendidikan, “Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Standar Sarana Dan Prasarana Untuk Sekolah Dasar/Madrasah Ibtidaiyah (Sd/Mi), Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah (Smp/Mts), Dan Sekolah Menengah Atas/Madrasah A,” 2007.
 - [16] G. S. Nugraha, “Pengelompokan Provinsi di Indonesia Berdasarkan Indikator Pendidikan Menggunakan Metode *K-Means Clustering*,” *J-Cosine (Journal Comput. Sci. Informatics Eng.*, vol. 7, no. 1, 2023, doi: 10.29303/jcosine.v7i1.509.
 - [17] A. Hermawati, S. Jumini, M. Astuti, F. Ismail, and R. Rahim, “Unsupervised *Data mining* with K-Medoids Method in Mapping Areas of Student and Teacher Ratio in Indonesia,” *TEM J.*, pp. 1614–1618, 2020, doi: 10.18421/TEM94-37.
 - [18] F. S. Papilaya, “Analisis pola persebaran dan keterjangkauan sma/smk di kota salatiga menggunakan analisis buffering & nearest neighbor,” *J. Sist. Inf. dan Inform.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–9, 2023, doi: 10.47080/simika.v6i1.2189.
 - [19] D. A. Suryawan and T. Sugiyarto, “Inequality Of Education And Determines of It In Indonesia,” *Pros. Semin. Nas. Off. Stat.*, vol. 2022, no. 1, pp. 1–10, 2022, doi: 10.34123/semnasoffstat.v2022i1.1105.
 - [20] R. Rahim, U. H. Salsabila, and E. M. S. S. Ciptaningsih, “Data Mapping using Combining Clustering Methods and C.45 Classification,” *SSRG Int. J. Electron. Commun. Eng.*, vol. 10, no. 5, pp. 96–104, 2023, doi: 10.14445/23488549/ijece-v10i5p109.
 - [21] R. N. Puspita, “Perbandingan metode centroid dan ward dalam pengelompokkan tingkat penyelesaian pendidikan di indonesia,” *J. Lebesgue*, vol. 3, no. 3, pp. 501–510, 2022, doi: 10.46306/lb.v3i3.159.
 - [22] Badan Pusat Statistik, “Jumlah Sekolah, Guru, dan Murid Sekolah Menengah Atas (SMA) di Indonesia,” <https://www.bps.go.id/id>. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/id>