

EKSPLORASI JENIS KURIKULUM PENDIDIKAN BERDASARKAN LITERASI MATEMATIKA PELAJAR INDONESIA MELALUI ANALISIS CLUSTER

Retno Mayapada^{1*}, Putri Indi Rahayu², Nurul Azizah Muzakir³

¹Universitas Sulawesi Barat, retnomayapada@unsulbar.ac.id

²Universitas Sulawesi Barat, putriindirahayu@unsulbar.ac.id

³Universitas Sulawesi Barat, nurulazizahmuzakir@unsulbar.ac.id

*retnomayapada@unsulbar.ac.id

Abstrak. Literasi matematika merupakan kemampuan seseorang untuk merumuskan, menggunakan, dan menafsirkan matematika dalam berbagai konteks. Penurunan skor literasi matematika pada studi *Programme for International Student Assessment (PISA)* tahun 2022 menegaskan perlunya eksplorasi peran kurikulum pendidikan dalam membentuk kemampuan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan jenis kurikulum pendidikan berdasarkan kemampuan literasi matematika pelajar Indonesia yang diukur melalui nilai PISA menggunakan metode analisis *clustering*. Analisis *clustering* dilakukan dengan metode *average linkage*, *Ward's method*, *centroid*, dan *McQuitty*. Berdasarkan nilai koefisien korelasi *Cophenetic*, metode *average linkage* dipilih sebagai metode terbaik. Hasilnya, *cluster* pertama terdiri dari KBK dan Kurikulum Merdeka dengan rata-rata nilai PISA matematika sebesar 363. *Cluster* kedua terdiri dari KTSP 2009, KTSP 2012, dan Revisi K-13 dengan rata-rata nilai PISA matematika sebesar 375. *Cluster* ketiga terdiri dari KTSP 2006 dan Kurikulum 2013 dengan rata-rata nilai PISA matematika sebesar 383. Hal ini menunjukkan bahwa KBK dan Kurikulum Merdeka memiliki karakteristik yang sama pada nilai PISA matematika siswa dan diantara ketiga *cluster* kurikulum yang diperoleh, *cluster* dari kedua kurikulum ini memiliki nilai PISA matematika terendah. Temuan ini dapat menjadi bahan evaluasi bagi pemerintah dalam merumuskan kurikulum pendidikan yang lebih efektif untuk meningkatkan kemampuan literasi matematika pelajar di Indonesia.

Kata kunci: Analisis *cluster*, *Average linkage*, Kurikulum pendidikan, Literasi matematika

Abstract. *Mathematical literacy is a student's ability to formulate, use, and interpret mathematics in various contexts. The decrease in mathematical literacy scores in the 2022 Programme for International Student Assessment (PISA) study highlights the need to explore the role of the educational curriculum in developing these abilities. This study aims to categorize the types of educational curricula based on the mathematical literacy abilities of Indonesian students as measured by PISA scores using the clustering analysis method. The study employed four clustering analysis methods: the average linkage method, Ward's method, centroid method, and McQuitty method. Based on the Cophenetic correlation coefficient, the average linkage method was chosen as the best method. As a result, the first cluster consists of the KBK and Merdeka Curricula, with an average PISA mathematics score of 363. The second cluster includes KTSP 2009, KTSP 2012, and the Revised K-13, with an average PISA mathematics score of 375. The third cluster comprises KTSP 2006 and Curriculum 2013, with an average PISA mathematics score of 383. These findings suggest that the KBK and Merdeka Curricula share similar characteristics in students' PISA mathematics scores, and among the three clusters, the clusters representing these two curricula have the lowest PISA mathematics scores. These findings can*

serve as an evaluation for the government in formulating a more effective educational curriculum to improve students' mathematical literacy skills in Indonesia

Keywords: Average linkage, Cluster analysis, Educational curriculum, Mathematical literacy

Cara Menulis Sitasi: Mayapada, R., Rahayu P.I. (2024). Eksplorasi Jenis Kurikulum Pendidikan Berdasarkan Literasi Matematika Pelajar Indonesia Melalui Analisis Cluter. ESTIMATOR, 2(II), 29-42.

DITERIMA: 24 Desember 2024 DISETUJUI: 27 Desember 2024 ONLINE: 28 Desember 2024

1. PENDAHULUAN

Sebagai ilmu dasar, matematika memiliki peran penting dalam kehidupan sehari-hari serta kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Sesuai dengan amanat Undang-undang RI Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional pasal 37 secara tersurat menegaskan bahwa pembelajaran matematika merupakan suatu keharusan bagi seluruh peserta didik pada jenjang pendidikan dasar dan menengah [1]. Pentingnya ilmu matematika dapat dilihat dari tuntutan kemampuan matematis yang harus dimiliki oleh siswa. Tuntutan kemampuan siswa dalam matematika tidak hanya sekedar mampu berhitung, tetapi juga kemampuan individu menggunakan pengetahuan matematikanya dalam menyelesaikan masalah di kehidupan sehari-hari secara efektif. Hal ini mencakup kemampuan untuk mengidentifikasi permasalahan yang muncul, merumuskan masalah, menerapkan konsep dasar matematika dalam mencari solusi, serta memberikan interpretasi atas hasil yang diperoleh. Kemampuan matematika yang demikian dikenal sebagai kemampuan literasi matematika [2].

Literasi matematika merupakan salah satu kemampuan yang dianggap sebagai kemampuan tingkat tinggi. Hal ini sesuai dengan kajian utama *Programme for International Student Assessment* (PISA), yaitu literasi membaca, literasi sains, dan literasi matematika [3]. PISA merupakan sistem ujian yang diinisiasi oleh *Organisation for Economic Cooperation and Development* (OECD), untuk mengevaluasi sistem pendidikan yang diikuti oleh lebih dari 72 negara di seluruh dunia yang diadakan setiap 3 tahun sekali. Soal-soal literasi yang disajikan pada studi PISA menuntut kecakapan berpikir logis dan menyelesaikan masalah, dengan fokus pada berbagai tantangan dan situasi yang relevan dengan kehidupan sehari-hari. Hasil studi PISA pada tahun 2015 mengungkapkan bahwa Indonesia menempati peringkat 69 dari 76 negara dengan skor kemampuan matematika 386, membaca 397, dan sains 403. Sementara itu, hasil terbaru studi PISA tahun 2018 menunjukkan penurunan peringkat Indonesia ke posisi 73 dari 78 negara, dengan skor matematika 379, membaca 371, dan sains 396 ([4],[3]). Berdasarkan hasil PISA dua periode tersebut, kemampuan literasi matematika siswa Indonesia mengalami kemunduran, dan Indonesia cenderung berada di kuartil terbawah peringkat internasional.

Kurikulum pendidikan memainkan peran yang signifikan dalam menentukan kualitas literasi matematika pelajar Indonesia. Penelitian yang dilakukan oleh Darling-Hammond et al. [5] menunjukkan bahwa kurikulum yang relevan dan berbasis pada pengembangan keterampilan berpikir kritis sangat berperan dalam meningkatkan literasi matematika siswa. Di Indonesia, literasi matematika mulai diterapkan sejak diberlakukannya Kurikulum Berbasis Kompetensi (KBK) pada tahun 2004 hingga kurikulum yang digunakan saat ini [6]. Penurunan

peringkat Indonesia pada PISA 2018 menegaskan perlunya eksplorasi lebih lanjut tentang bagaimana kurikulum pendidikan di Indonesia berperan dalam membentuk kemampuan literasi matematika siswa. Eksplorasi tersebut dapat dilakukan dengan pendekatan statistik melalui analisis *cluster*.

Tujuan dari analisis *cluster* adalah untuk mengelompokkan objek-objek yang memiliki kesamaan karakteristik. Objek yang dimaksud di sini adalah skor literasi matematika pelajar Indonesia dari beberapa periode evaluasi. Prosedur clustering dapat dibedakan menjadi hierarki dan non-hierarki. Pada cluster hierarki, jumlah cluster tidak ditentukan terlebih dahulu namun berdasarkan hasil analisis. Sedangkan pada cluster non-hierarki, objek dipartisi ke dalam bentuk satu atau lebih *cluster* [7]. Cluster hierarki terbagi menjadi dua, yaitu *agglomerative* dan *devisive*. Beberapa metode yang sering digunakan dalam *agglomerative clustering* adalah *average linkage*, *Ward's method*, *centroid*, dan *McQuitty*.

Penelitian mengenai kemampuan matematika siswa di Indonesia telah dilakukan oleh Prastyo [8] dengan menggunakan metode penelitian deskriptif berdasarkan data dari studi *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS) pada periode 1999 sampai 2015. Hasilnya menunjukkan bahwa kemampuan siswa Indonesia masih tergolong rendah, dengan siswa hanya mampu menyelesaikan soal-soal matematika sederhana. Penelitian mengenai kemampuan matematika pelajar di Indonesia yang menggunakan analisis *cluster* telah dilakukan oleh sejumlah peneliti, namun sebagian besar menggunakan metode *K-Means*. Sebagai contoh, Dermawan dan Yudhanegara [9] menggunakan metode *K-Means* untuk mengelompokkan hubungan kemampuan pemahaman konsep matematis dengan kemampuan pemecahan masalah pada materi relasi dan fungsi. Selain itu, penelitian oleh Febrinita et al. [10] juga menggunakan *K-Means* untuk mengelompokkan hasil belajar matematika mahasiswa. Penelitian tersebut menghasilkan lima cluster, dengan urutan mulai dari nilai rata-rata tertinggi yaitu cluster 2 dengan nilai 86,81 dan nilai rata-rata terendah adalah cluster 5 dengan nilai 76,50. Cluster 2 didominasi oleh mahasiswa lulusan SMK dengan jurusan TKJ, sedangkan cluster 5 banyak diisi oleh lulusan SMA dengan penjurusan IPA.

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan, peneliti tertarik untuk mengeksplorasi jenis kurikulum pendidikan di Indonesia menggunakan analisis *cluster* dengan metode *agglomerative clustering*. Beberapa metode seperti *average linkage*, *Ward's method*, *centroid*, dan *McQuitty* digunakan pada penelitian ini. Kemudian dipilih metode terbaik yang digunakan untuk mengelompokkan jenis kurikulum pendidikan berdasarkan kemampuan literasi matematika pelajar di Indonesia melalui Analisis *Cluster*. Pemilihan metode *agglomerative clustering* didasarkan pada temuan bahwa, sejauh penelusuran yang dilakukan, belum ada penelitian sebelumnya yang mengkaji jenis kurikulum pendidikan berdasarkan kemampuan literasi matematika pelajar di Indonesia menggunakan metode tersebut. Adapun data yang digunakan berasal dari hasil studi PISA periode 2003 sampai 2022 pada indikator kemampuan matematika. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan evaluasi bagi Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah dalam menyusun kurikulum yang lebih relevan dan sesuai dengan kebutuhan pendidikan di Indonesia.

A. Kurikulum Pendidikan di Indonesia

Kurikulum adalah suatu rancangan yang mencakup tujuan, isi, materi pelajaran, dan metode yang digunakan sebagai acuan dalam pelaksanaan kegiatan pembelajaran guna mencapai tujuan pendidikan tertentu. Dari definisi tersebut, kurikulum memiliki dua dimensi utama: pertama, perencanaan dan pengorganisasian terkait tujuan, isi, dan materi pelajaran; dan kedua, metode yang diterapkan dalam proses pembelajaran [11]. Beberapa kurikulum yang pernah diterapkan di Indonesia yaitu Kurikulum Berbasis Kompetensi (KBK), Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP), Kurikulum 2013 (K-13), Revisi Kurikulum 2013 (Revisi K-13) dan Kurikulum Merdeka.

KBK atau Kurikulum 2004 merupakan kurikulum yang diterapkan sejak tahun 2004, namun pada tahun 2003, kurikulum ini sudah mulai diimplementasikan secara bertahap menggantikan Kurikulum 1994. Kurikulum ini sudah mulai memperkenalkan sistem semester yang pada kurikulum sebelumnya digunakan sistem caturwulan. Salah satu karakteristik dari KBK adalah mengutamakan pencapaian kompetensi siswa dan siswa dituntut berperan aktif, sementara guru hanya bertindak sebagai fasilitator karena sumber belajar tidak hanya berasal dari guru saja [12]. Selanjutnya, pada tahun ajaran 2006/2007 mulai diterapkan KTSP sebagai perbaikan dari KBK. Pemerintah pusat melalui kurikulum ini menetapkan standar kompetensi dan kompetensi dasar, sedangkan sekolah dalam hal ini guru mulai dituntut untuk mengembangkan silabus dan penilaiannya yang disesuaikan dengan kondisi sekolah dan daerah setempat [13].

Pada tahun 2013, KTSP mulai digantikan oleh K-13 yang diterapkan secara terbatas di beberapa sekolah perintis. K-13 berfokus pada penguasaan berbagai kompetensi oleh siswa yang dirumuskan secara spesifik, sehingga keberhasilannya dapat diukur melalui perilaku atau keterampilan siswa. Siswa diberikan peluang untuk mencapai tujuan pembelajaran berdasarkan kemampuan dan kecepatan belajar mereka masing-masing. Kurikulum 2013 memiliki tema utama yaitu membentuk generasi Indonesia yang memiliki produktivitas tinggi, berpikir inovatif dan kreatif, serta berperilaku yang baik. Untuk mencapai hal tersebut, guru diharapkan mampu secara profesional merancang pembelajaran yang efektif dan berkesan bagi siswa, mengatur kegiatan pembelajaran, memilih pendekatan pembelajaran yang sesuai, menyusun prosedur pembelajaran, membangun kompetensi secara optimal, dan menentukan indikator keberhasilan pembelajaran [13].

Dalam K-13, guru diharapkan mampu merancang pembelajaran yang mengintegrasikan pendekatan saintifik serta menerapkan model pembelajaran yang selaras dengan kurikulum. Pendekatan pembelajaran tematik menjadi ciri khusus pada kurikulum ini yang digunakan untuk menghubungkan berbagai konsep dari mata pelajaran yang berbeda, sehingga mempermudah siswa dalam memahami materi [14]. Sementara itu, K-13 mengalami perbaikan dan revisi yang mulai diterapkan pada tahun ajaran 2015/2016.

Awal tahun 2020, terjadi pandemi COVID-19 di Indonesia. Tahun 2022, pergantian K-13 ke Kurikulum Merdeka mulai dilakukan. Perubahan dari Kurikulum 2013 ke Kurikulum Merdeka bukanlah akibat kegagalan implementasi Kurikulum 2013 di sekolah. Sebaliknya, Kurikulum Merdeka merupakan kebijakan pemerintah yang dirancang untuk memulihkan kondisi pendidikan pasca pandemi Covid-19 di Indonesia. Kebijakan ini diambil sebagai respon terhadap krisis pembelajaran dan penurunan kompetensi siswa yang disebabkan oleh terhentinya pembelajaran tatap muka. Kurikulum Merdeka memiliki beberapa tujuan utama,

antara lain memberikan pengalaman pendidikan yang menyenangkan, mengejar ketertinggalan pembelajaran, serta mengembangkan potensi peserta didik secara optimal [15].

B. Data Programme for International Students Assessment

Data Programme for International Students Assessment (PISA) adalah sebuah studi yang diadakan oleh *Organization for Economic Co-Operation and Development* (OECD). Studi ini bertujuan untuk mengukur kemampuan literasi dasar, seperti membaca, matematika, dan sains, pada siswa berusia 15 tahun melalui survei internasional. Selain melaporkan hasil literasi tiap negara, PISA juga menyediakan data tentang demografi, kebiasaan, persepsi, dan aspirasi yang dikumpulkan melalui angket sekolah dan siswa. Indonesia telah berpartisipasi dalam tujuh siklus PISA sejak tahun 2000, dengan pelaksanaan yang dilakukan setiap tiga tahun sekali [16].

Salah satu aspek literasi yang diukur oleh OECD adalah literasi matematika. Literasi matematika mengacu pada kemampuan individu untuk merumuskan, menerapkan, dan memahami konsep matematika dalam berbagai situasi dan masalah nyata. PISA mengklasifikasikan literasi matematika ini ke dalam enam tingkat/level kemampuan [17].

C. Analisis Cluster

Analisis *cluster* merupakan metode statistika dengan tujuan untuk menggabungkan objek atau variabel ke dalam *cluster* yang mempunyai karakteristik berbeda antara *cluster* satu dengan *cluster* yang lainnya dan memiliki karakteristik yang sama didalam tiap *cluster* [18]. Secara umum terdapat dua metode dalam analisis *cluster* yaitu *hierarchical clustering* dan *non-hierarchical clustering*. Metode *hierarchical* merupakan metode pengelompokan yang terstruktur dan bertahap berdasarkan kemiripan karakteristik antar objek. Kemiripan ini dapat ditentukan dengan jarak *Euclidean*. Jarak *Euclidean* digunakan ketika tidak mempunyai korelasi. Jarak ini dapat dirumuskan sebagai berikut [19].

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_{jk})^2}; k = 1,2,3 \dots, n \quad (1)$$

dimana :

d_{ij} : Jarak Euclid antar objek i dan j

x_{ik} : nilai objek i pada variabel ke k

x_{jk} : nilai objek j pada variabel ke k

Berdasarkan arah proses pembentukan *cluster*, metode *hierarchical clustering* dibagi menjadi dua yaitu *agglomerative clustering* dan *divisive clustering*. *Agglomerative clustering* adalah metode penggabungan dengan mengelompokkan yang dimulai dari setiap objek pada satu *cluster* yang terpisah kemudian membentuk *cluster* yang semakin besar, banyaknya *cluster* awal merupakan banyaknya objek. Metode *agglomerative* yang bisa digunakan antara lain metode *average linkage*, metode *mcquitty*, metode *centroid*, dan metode *ward* [20]. Berikut langkah-langkah dalam metode *agglomerative clustering* [21].

- a. Asumsikan setiap data yang digunakan adalah *cluster*
- b. Menghitung jarak antar *cluster* menggunakan jarak *Euclidean* pada persamaan (2.1)

- c. Memilih matriks jarak untuk pasangan *cluster* yang terdekat. Misalnya *cluster U* dan *V* memiliki jarak terdekat.
- d. Gabungkan kedua *cluster* tersebut kedalam satu *cluster (UV)*. *Update entries* pada matriks jarak dengan cara:
 - Hapus baris dan kolom yang bersesuaian dengan *U* dan *V*
 - Menambahkan baris dan kolom yang memberikan jarak-jarak antara *cluster (UV)* dan *cluster* yang tersisa.
- e. Ulangi langkah c dan d sampai semua objek berada dalam satu *cluster*

1. Metode Average Linkage

Metode ini merupakan metode *clustering* yang memiliki prinsip bahwa jarak rata-rata antar setiap pasangan objek yang mungkin pada satu *cluster* dengan seluruh objek pada *cluster* yang lain. Prosedur *average* dimulai dengan mendefinisikan matriks $D = \{d_{ij}\}$ untuk mendapatkan objek-objek yang paling dekat, sebagai contoh *U* dan *V*. Kedua objek ini selanjutnya digabungkan menjadi sebuah *cluster (UV)*. Jarak antara klaster (*UV*) dan klaster lainnya (*W*) dihitung menggunakan persamaan (2) berikut [18].

$$d_{(UV)W} = \frac{d_{(UV)}d_{(VW)}}{N_{UV}N_W} \quad (2)$$

dimana :

d_{UV} : jarak terdekat dari *cluster U* dan *W*

d_{VW} : jarak terdekat dari *cluster V* dan *W*

N_{UV} : jumlah anggota pada *cluster UV*

N_W : jumlah anggota pada *cluster W*

2. Metode Mcquitty

Metode *Mcquitty* atau bisa disebut juga *Weighted Pair Group Method with Arithmetic Mean (WPGMA)* merupakan salah satu metode yang digunakan pada pengelompokkan *hierarchical*. Metode ini diawali dengan mendefinisikan $D = \{d_{ij}\}$ untuk mendapatkan objek yang paling mirip sebagai contoh *U* dan *V*. Objek ini kemudian digabung dalam bentuk *cluster (UV)*, selanjutnya jarak antar (*UV*) dengan *cluster* yang lain (*W*) sehingga dapat dituliskan sebagai berikut [22].

$$d_{(UV)W} = \frac{d_{(UV)}d_{(VW)}}{2} \quad (3)$$

dimana :

d_{UV} : jarak antar objek yang mirip dari *cluster U* dan *W*

d_{VW} : jarak antar objek yang mirip dari *cluster V* dan *W*

3. Metode Centroid

Metode *centroid* adalah salah satu metode pada *hierarchical clustering* yang bertujuan untuk membentuk *cluster* didasarkan pada jarak antar *centroidnya*. *Centroid* ialah rata-rata dari semua anggota dalam *cluster* tersebut. *Centroid* dibentuk dengan memperhatikan nilai dari

standar deviasi sekecil mungkin. Proses ini dilakukan dengan mengelompokkan dua *cluster* menggunakan jarak terdekat antara centroid *cluster-cluster* tersebut. Penggabungan *clusternya* didasarkan pada lokasi titik *centroid* yang terbentuk dari tahapan sebelumnya dan juga baik pada data yang mengandung *outlier*. Persamaannya dapat ditulis sebagai berikut [23].

$$d_{(UV)W} = \frac{n_U d_{(UW)} + n_V d_{(VW)}}{n_{(UV)}} - \frac{n_U n_V d_{(UV)}}{n_{(UV)}^2} \quad (4)$$

4. Metode Ward

Metode *Ward* dilakukan dengan menentukan kemiripan dengan menghitung jumlah kuadrat dalam *cluster* yang berasal dari semua objek di dalamnya. Metode *Ward* ini merupakan metode yang efektif karena dalam perhitungan jaraknya disesuaikan dengan nilai jumlah kuadrat *errornya*. Perhitungan kesamaan dapat dituliskan sebagai berikut [24].

$$d_{(UV)W} = \frac{[(n_W + n_U) d_{(UW)} + (n_W + n_V) d_{(VW)}] - n_W d_{(UV)}}{n_W + n_{(UV)}} \quad (5)$$

D. Koefisien Korelasi Cophenetic

Koefisien korelasi *Cophenetic* merupakan ukuran korelasi antara elemen-elemen asli matriks ketidakmiripan (*dissimilarity distance*) dengan elemen-elemen yang dihasilkan dari dendrogram (matriks *cophenetic*). Berikut adalah persamaan dari korelasi *cophenetic*:

$$r_{coph} = \frac{\sum_{i < j}^n (d_{ij} - \bar{d})(d_{coph \sim ij} - \bar{d}_{coph})}{\sqrt{[\sum_{i < j}^n (d_{ij} - \bar{d})^2][\sum_{i < j}^n (d_{coph \sim ij} - \bar{d}_{coph})^2]}} \quad (6)$$

dimana :

r_{coph} : koefisien korelasi cophenetic

d_{ij} : jarak asli antara objek ke i dan ke j

\bar{d} : rata-rata d_{ij}

$d_{coph \sim ij}$: jarak cophenetic objek ke i dan ke j

\bar{d}_{coph} : rata-rata $d_{coph \sim ij}$

E. Metode Elbow

Metode *Elbow* adalah salah satu metode yang digunakan untuk menentukan jumlah *cluster* optimum, dengan cara melihat presentase jumlah *cluster* yang akan membentuk siku pada suatu titik tertentu. Metode *elbow* ini bertujuan untuk memilih nilai k yang kecil atau jumlah *cluster* yang sedikit dan masih memiliki nilai *withinss* yang rendah [26].

2. METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam kategori penelitian kuantitatif dengan menggunakan data sekunder. Data penelitian yang digunakan adalah data *Programme for International Student*

Assessment (PISA) matematika pelajar di Indonesia tahun 2003 sampai dengan tahun 2022 yang bersumber dari <https://www.oecd.org/> dan jenis kurikulum pendidikan yang diterapkan di Indonesia dari tahun 2003 sampai dengan tahun 2022.

B. Metode Penelitian

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Melakukan eksplorasi data
2. Melakukan analisis clustering untuk mengelompokkan kurikulum pendidikan yang diterapkan di Indonesia berdasarkan nilai PISA matematika menggunakan empat metode *clustering* antara lain metode *average linkage*, *ward*, *centroid*, dan *Mcquitty*.
3. Memilih metode terbaik dalam melakukan *clustering* berdasarkan nilai koefisien korelasi *cophenetic*. Metode yang memiliki nilai koefisien korelasi *cophenetic* tertinggi dipilih untuk dilakukan analisis *clustering* lebih lanjut.
4. Berdasarkan metode yang dipilih pada poin 3, selanjutnya ditentukan jumlah *cluster* optimal menggunakan metode Elbow.
5. Melakukan analisis *clustering* menggunakan metode terbaik dan jumlah *cluster* yang optimal dengan menghasilkan dendrogram.
6. Melakukan interpretasi hasil *clustering*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Literasi matematika merupakan kemampuan individu dalam merumuskan, menerapkan, dan memahami konsep matematika di berbagai situasi. Salah satu studi yang mengukur kemampuan literasi matematika adalah *Programme for International Students Assessment* (PISA) yang diselenggarakan oleh *Organization for Economic Co-Operation and Development* (OECD).

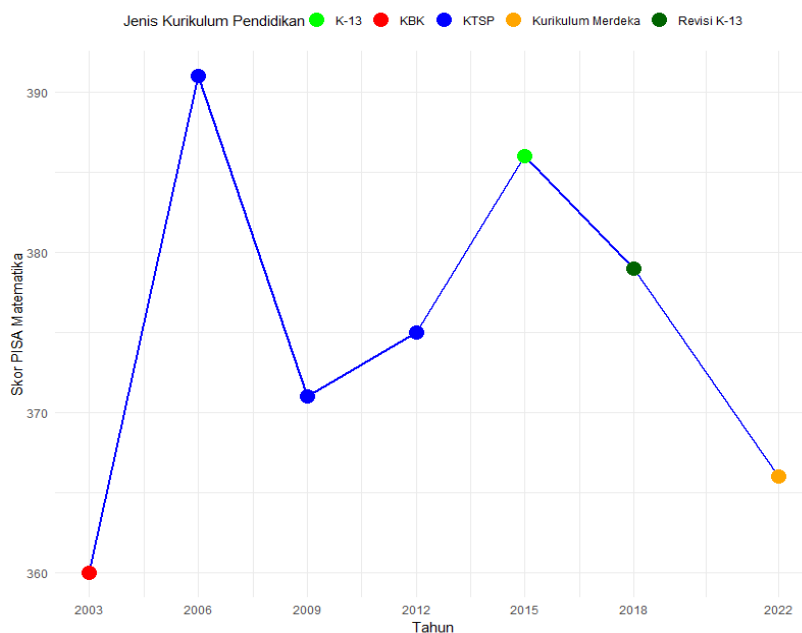
OECD pertama kali mengukur kemampuan literasi matematika pelajar di Indonesia melalui PISA pada tahun 2003 dan telah tercatat sebanyak 7 kali hingga tahun 2024 karena PISA umumnya dilaksanakan setiap tiga tahun sekali. Pada rentang tahun tersebut, Indonesia mengalami beberapa kali pergantian kurikulum pendidikan. Penerapan kurikulum pendidikan yang tepat dapat meningkatkan kemampuan literasi pelajar termasuk literasi matematika. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan jenis kurikulum pendidikan berdasarkan kemampuan literasi matematika pelajar Indonesia yang diukur melalui nilai PISA. Metode yang diterapkan pada penelitian ini adalah analisis *cluster*.

Tabel 1. Data PISA Matematika dan Jenis Kurikulum

Tahun	Kurikulum	PISA Matematika
2003	KBK	360
2006	KTSP	391
2009	KTSP	371
2012	KTSP	375
2015	K-13	386
2018	Revisi K-13	379
2022	Kurikulum Merdeka	366

Tabel 1 menunjukkan nilai PISA matematika pada siswa di Indonesia yang diperoleh melalui *website* <https://www.oecd.org/> mulai tahun 2003 sampai dengan 2022 yang berkaitan dengan penerapan beberapa kurikulum pendidikan di Indonesia, mulai dari KBK sampai dengan Kurikulum Merdeka. Data dari Tabel 1 selanjutnya dieksplorasi lebih dalam melalui grafik pada Gambar 1 berikut.

Gambar 1. Skor PISA Matematika berdasarkan Jenis Kurikulum



Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 1, pada tahun 2003, pelajar Indonesia pertama kali mengikuti PISA yang mengukur kemampuan literasi matematika dan mendapatkan skor sebesar 360. Pada tahun tersebut diterapkan kurikulum KBK. Tiga tahun berikutnya pada saat diterapkan kurikulum KTSP, skor PISA matematika pelajar Indonesia mengalami peningkatan sebesar 31 poin dan merupakan skor tertinggi selama pelajar Indonesia mengikuti PISA. Sementara itu, data terakhir mengenai skor PISA matematika pelajar Indonesia, tercatat pada tahun 2022 yang menerapkan kurikulum Merdeka dengan capaian skor sebesar 366. Skor ini merupakan skor terendah sejak kurikulum KTSP diterapkan pada tahun 2006.

Analisis *cluster* merupakan metode statistika yang bertujuan untuk mengelompokkan sejumlah objek berdasarkan kemiripan karakteristik dari objek-objek tersebut. Pada penelitian ini, analisis *cluster* digunakan untuk mengelompokkan jenis kurikulum pendidikan di Indonesia berdasarkan kemiripan skor PISA matematika.

Metode analisis *clustering* secara umum dibagi menjadi dua yaitu *hierarchical clustering* dan *non-hierarchical clustering*. *Hierarchical clustering* dikelompokkan menjadi dua yaitu *agglomerative clustering* dan *divisive clustering*. Pada penelitian ini digunakan metode *agglomerative clustering* yang terdiri dari metode *average linkage*, *centroid*, *ward*, dan metode *mcquitty*. Pemilihan satu metode terbaik di antara keempat metode ini didasarkan pada nilai koefisien korelasi Cophenetic. Koefisien ini membandingkan jarak Cophenetic (jarak yang dihasilkan dari dendrogram) dengan jarak aktual (jarak asli dalam dataset). Semakin tinggi koefisien korelasi Cophenetic, semakin baik *cluster* yang dihasilkan.

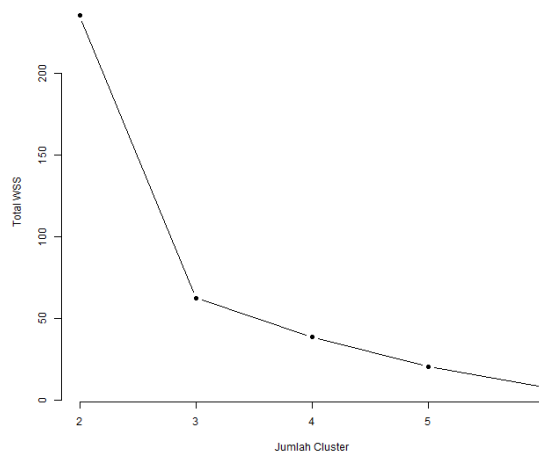
Tabel 2. Korelasi *Cophenetic*

Metode <i>Clustering</i>	Koefisien Korelasi <i>Cophenetic</i>
<i>Average Linkage</i>	0.68962
<i>Centroid</i>	0.68698
<i>Ward</i>	0.68848
<i>Mcquitty</i>	0.62172

Berdasarkan Tabel 2, diperoleh nilai korelasi *Cophenetic* untuk metode *average linkage*, *centroid*, dan *ward* yang hampir sama, sementara metode *mcquitty* memiliki nilai korelasi *Cophenetic* yang jauh lebih rendah dibandingkan ketiga metode lainnya. Secara keseluruhan, metode *average linkage* menghasilkan nilai korelasi *Cophenetic* yang paling tinggi, sehingga metode *clustering* yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *average linkage*.

Setelah menentukan metode *clustering* terbaik untuk data pada penelitian ini, langkah selanjutnya adalah menentukan jumlah *cluster* optimal menggunakan metode *Elbow*. Berdasarkan analisis yang dilakukan, diperoleh plot antara jumlah *cluster* dan total *Within-Cluster Sum of Squares* (WSS) pada Gambar 2.

Gambar 2. Plot jumlah *cluster* dan total WSS menggunakan metode *Elbow*



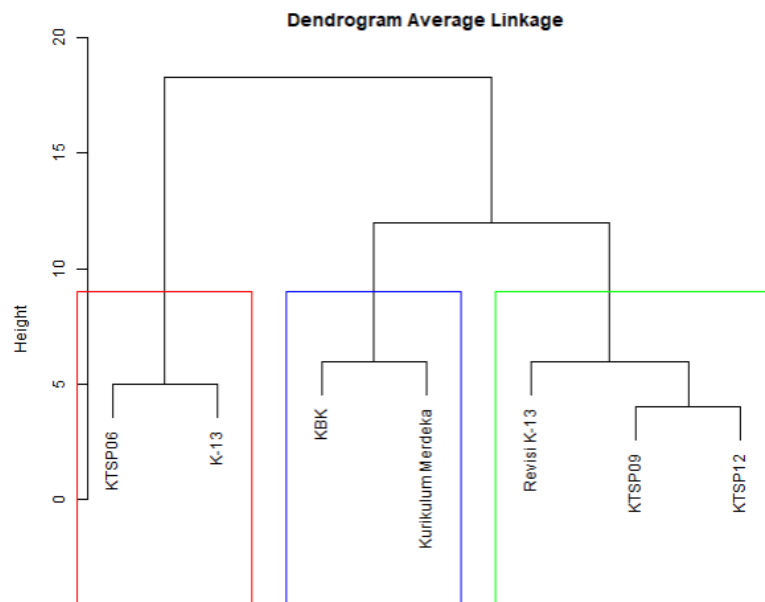
Berdasarkan Gambar 2, terlihat bahwa siku tajam berada pada saat jumlah *cluster* sebanyak 3. Oleh karena itu, berdasarkan metode *Elbow*, jumlah *cluster* optimal adalah 3, sehingga kurikulum pendidikan akan dibagi menjadi 3 *cluster* berdasarkan skor PISA matematika.

Setelah penentuan jumlah *cluster* optimal, selanjutnya dibuat dendogram untuk melihat anggota-anggota tiap *cluster* yang terbentuk. Dendogram merupakan *output* dari analisis *hierarchical clustering* dalam hal ini metode *average linkage* yaitu berupa grafik yang menampilkan kedekatan dan pembagian anggota-anggota masing-masing *cluster*. *Output* dendogram ditunjukkan pada Gambar 3.

Berdasarkan Gambar 3, diperoleh pengelompokan kurikulum berdasarkan nilai PISA Matematika. Kurikulum KTSP pada tahun 2006 memiliki karakteristik yang paling mirip dengan Kurikulum 2013 (K-13) dibandingkan dengan kurikulum lainnya. Sementara itu, nilai PISA Matematika pelajar di Indonesia pada saat mulai diterapkan Kurikulum Berbasis Kompetensi (KBK) pada tahun 2003 tidak berbeda jauh dengan Kurikulum Merdeka pada

tahun 2022. Di sisi lain, Kurikulum KTSP pada tahun 2009 dan 2012 memiliki kemiripan yang tinggi dengan Kurikulum Revisi K-13 pada tahun 2018.

Gambar 3. *Output Dendrogram*



Tabel 3. Pengelompokan kurikulum berdasarkan data PISA Matematika

<i>Cluster</i>	Kurikulum	<i>Cluster</i>	Rata-rata Nilai PISA Matematika
1	KBK, Kurikulum Merdeka	1	363
2	KTSP (2009), KTSP (2012), Revisi K-13	2	375
3	KTSP (2006), K-13	3	383

Tabel 3 menunjukkan pengelompokan kurikulum dan karakteristik nilai PISA Matematika masing-masing *cluster*. *Cluster* pertama terdiri dari kurikulum KBK dan Kurikulum Merdeka dengan rata-rata nilai PISA Matematika paling rendah dibandingkan *cluster* lainnya. Hal ini menunjukkan nilai PISA Matematika pelajar di Indonesia mengalami kemunduran jauh ke belakang karena terdapat kemiripan antara nilai PISA Matematika pelajar di Indonesia pada tahun 2003 dan pada saat tahun 2022. Sementara itu, rata-rata nilai PISA Matematika tertinggi ketika diterapkannya kurikulum KTSP pada tahun 2006 dan kurikulum 2013. Di sisi lain, kurikulum KTSP pada tahun 2009 dan 2012 serta kurikulum Revisi K-13 berada pada *cluster* yang sama dengan rata-rata nilai PISA Matematika sedang. Temuan ini dapat menjadi bahan evaluasi bagi pemerintah dalam merumuskan kurikulum pendidikan yang lebih efektif untuk meningkatkan kemampuan literasi matematika pelajar di Indonesia.

4. KESIMPULAN

Analisis *cluster* pada penelitian ini digunakan untuk mengelompokkan jenis kurikulum pendidikan berdasarkan kemampuan literasi matematika pelajar di Indonesia. Berdasarkan

analisis yang dilakukan, diperoleh metode *average* sebagai metode terbaik berdasarkan nilai koefisien korelasi Cophenetic dan menghasilkan tiga *cluster* optimal yang terdiri dari pengelompokan jenis kurikulum pendidikan di Indonesia. *Cluster* pertama terdiri dari KBK dan Kurikulum Merdeka dengan rata-rata nilai PISA matematika sebesar 363. *Cluster* ini memiliki karakteristik dengan nilai PISA matematika terendah dibandingkan *cluster* lainnya. *Cluster* kedua terdiri dari KTSP 2009, KTSP 2012, dan Revisi K-13 dengan rata-rata nilai PISA matematika sebesar 375. Sementara itu, *cluster* ketiga terdiri dari KTSP 2006 dan Kurikulum 2013 dengan rata-rata nilai PISA matematika sebesar 383 yang merupakan *cluster* dengan nilai PISA matematika tertinggi. Hal ini menunjukkan kemungkinan besar bahwa kedua kurikulum tersebut mampu diadaptasi dengan baik oleh pelajar di Indonesia, sehingga kemampuan literasi matematika siswa meningkat selama masa penerapan kurikulum tersebut.

REFERENSI

- [1] A. H. Fathani, "Pengembangan Literasi Matematika Sekolah Dalam Perspektif Multiple Intelligences," *EduSains*, vol. 4, no. 2, hal. 136–150, 2016.
- [2] N. T. Anwar, "Peran Kemampuan Literasi Matematis pada Pembelajaran Matematika Abad-21," *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, vol. 1, hal. 364–370, 2018.
- [3] R. Masfufah dan E. A. Afriansyah, "Analisis Kemampuan Literasi Matematis Siswa melalui Soal PISA," *Jurnal Pendidikan Matematika*, vol. 10, no. 2, hal. 291–300, 2021.
- [4] Kemdikbud, "Peringkat dan Capaian PISA Indonesia Mengalami Peningkatan," *Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi*, 6 Des. 2016. [Online]. Tersedia: <https://www.kemdikbud.go.id/main/blog/2016/12/peringkat-dan-capaian-pisa-indonesia-mengalami-peningkatan>.
- [5] L. Darling-Hammond, L. Flook, C. Cook-Harvey, B. Barron, dan D. Osher, "Implications for educational practice of the science of learning and development," *Applied Developmental Science*, vol. 24, no. 2, hal. 97–140, 2020, <https://doi.org/10.1080/10888691.2018.1537791>.
- [6] H. Khotimah, "Perkembangan Literasi Matematika di Indonesia," *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika Universitas Mulawarman*, 2021.
- [7] I. Wahyuni dan S. P. Wulandari, "Pemetaan Kabupaten/Kota di Jawa Timur Berdasarkan Indikator Kesejahteraan Rakyat Menggunakan Analisis Cluster Hierarki," *Jurnal Sains dan Seni ITS*, vol. 11, no. 1, hal. D70–D75, 2022, <https://doi.org/10.12962/j23373520.v11i1.63092>.
- [8] H. Prastyo, "Kemampuan Matematika Siswa Indonesia Berdasarkan TIMSS," *Jurnal Padagogik*, vol. 3, no. 2, hal. 111–117, 2020, <https://doi.org/10.35974/jpd.v3i2.2367>.
- [9] R. Dermawan dan M. R. Yudhanegara, "Analisis Cluster Untuk Hubungan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Dengan Kemampuan Pemecahan Masalah Pada Materi Relasi Dan Fungsi Menggunakan Metode K-Means," *Prosiding Sesiomadika*, vol. 5, no. 4, hal. 598–609, 2024.
- [10] F. Febrinita, W. Puspitasari, dan W. Zaman, "Klasterisasi Hasil Belajar Matematika dengan Algoritma K-Means Clustering," *Generation Journal*, vol. 7, no. 2, hal. 116–125, 2023, <https://doi.org/10.29407/gj.v7i2.20359>.

- [11] Kemdikbud, "Perubahan atas Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 58 tahun 2014 tentang Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah," 2018.
- [12] BSNP, "Panduan Penyusunan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan Jenjang Pendidikan Dasar dan Menengah," Jakarta: Balitbang Depdiknas, 2006.
- [13] A. Alhamuddin, "Sejarah Kurikulum di Indonesia (Studi Analisis Kebijakan Pengembangan Kurikulum)," *Nur El-Islam*, vol. 1, no. 2, hal. 48–58, 2014.
- [14] M. Sa'diah, D. N. Putri, P. M. Hasanah, dan A. K. Purnomo, "Analisis Perubahan K13 ke Kurikulum Merdeka Belajar Terhadap Proses Belajar Siswa di SDN Lidah Wetan II," *J. AlSys Jurnal Keislaman dan Ilmu Pendidikan*, vol. 3, no. 6, hal. 698–708, Nov. 2023.
- [15] A. Pratyca, A. D. Putra, A. G. M. Salsabila, F. I. Adha, dan A. Fuadin, "Analisis Perbedaan Kurikulum 2013 dengan Kurikulum Merdeka," *J. Pendidikan Sains dan Komputer*, vol. 3, no. 1, hal. 1–10, Feb. 2023.
- [16] Puslitjakdikbud, "Meningkatkan Kemampuan Literasi Dasar Siswa Indonesia Berdasarkan Analisis Data PISA 2018," Jakarta: Puslitjakdikbud, 2021.
- [17] D. A. Pratiwi, T. D. Trapsilasiwi, E. Oktavianingtyas, S. Sunardi, dan R. P. Murtikusuma, "Level Literasi Matematika Siswa dalam Menyelesaikan Soal PISA Konten Change and Relationship berdasarkan Gaya Kognitif," *Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika Kadikma*, vol. 10, no. 3, hal. 1–14, 2019.
- [18] M. Paramadina, S. Sudarmin, dan M. K. Aidi, "Perbandingan Analisis Cluster Metode Average Linkage dan Metode Ward (Kasus: IPM Provinsi Sulawesi Selatan)," *Variansi Journal of Statistics and Its Application on Teaching and Research*, vol. 1, no. 2, hal. 22–31, 2019.
- [19] R. Silvi, "Analisis Cluster dengan Data Outlier menggunakan Centroid Linkage dan K-Means Clustering untuk Pengelompokan Indikator HIV/AIDS di Indonesia," *Jurnal Matematika, Mantik*, vol. 4, no. 1, hal. 22–31, 2018.
- [20] M. Megawati, N. N. Alwani, A. Fitrianto, E. Erfiani, dan A. Nugraha, "Agglomerative Nesting Cluster Analyst in Mapping District/City Health Facilities in West Java Province," *Jurnal Matematika Sains dan Komputasi*, vol. 20, no. 3, hal. 484–496, 2024.
- [21] A. F. Dewi dan K. Ahadiyah, "Agglomerative Hierarcy Clustering pada Penentuan Kelompok Kabupaten/Kota di Jawa Timur berdasarkan Indikator Pendidikan," *Zeta Math Journal*, vol. 7, no. 2, hal. 57–63, 2022.
- [22] A. T. R. Dani, "Penerapan Hierarchical Clustering Metode Agglomerative pada Data Runtun Waktu," *Jambura Journal of Mathematics*, vol. 1, no. 2, hal. 64–78, 2019.
- [23] N. A. Raja, G. M. Tinungki, dan N. Sirajang, "Implementasi Algoritma Centroid Linkage dan K-Medoids dalam Mengelompokkan Kabupaten/Kota di Sulawesi Selatan berdasarkan Indikator Pendidikan," *Estimasi Journal of Statistics and Its Application*, vol. 5, no. 1, hal. 61–74, 2024.
- [24] K. H. Izzuddin dan A. W. Wijayanto, "Pemodelan Clustering Ward, K-Means, DIANA, dan PAM dengan PCA untuk Karakterisasi Kemiskinan Indonesia Tahun 2021," *Komputika Jurnal Sistem Komputer*, vol. 13, no. 1, hal. 41–53, 2024.
- [25] I. Iis, I. Yahya, G. N. A. Wibawa, B. Baharuddin, R. Ruslan, dan L. Laome, "Penggunaan Korelasi Cophenetic untuk Pemilihan Metode Cluster Berhierarki pada Mengelompokkan Kabupaten/Kota berdasarkan Jenis Penyakit di Provinsi Sulawesi Tenggara Tahun 2020," *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Terapan*, 2022.

- [26] N. A. Maori dan E. Evanita, "Metode Elbow dalam Optimasi Jumlah Cluster pada K-means Clustering," *Jurnal Simetris*, vol. 14, no. 2, hal. 277–287, 2023.