

Penerapan Hierarchical Agglomerative Clustering Untuk Penentuan Faktor Penyebab Ketidaktuntasan Belajar Matematika

Arnelawati^{1*}, Dian Palupi Rini², Ermatita³

^{1,2,3} Magister Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya; Palembang, (+62)(711)580-069
e-mail: *arnelawati01@gmail.com , dprini@unsri.ac.id, ermatitaz@yahoo.com

Abstrak

Clustering merupakan sebuah topik yang menarik dan banyak dibahas oleh peneliti. Penerapan metode-metode dalam *clustering* telah banyak menyelesaikan permasalahan di dunia nyata. Di sisi lain, ketuntasan belajar matematika masih menjadi salah satu permasalahan besar di dunia pendidikan, khususnya pendidikan menengah. Berbagai entitas dan variabel mempengaruhi ketuntasan dalam belajar seseorang siswa. *Clustering* merupakan upaya untuk mengelompokkan berbagai objek sesuai dengan spesifikasi yang memiliki kedekatan karakteristik. Metode Agglomerative Hierarchical Clustering (AHC) merupakan salah satu metode *clustering* yang tergolong baik dan banyak diterapkan dalam menyelesaikan permasalahan. Pada penelitian ini AHC diterapkan untuk menyelesaikan klasterisasi faktor yang menjadi penyebab ketidaktuntasan belajar matematika. Hasil yang diperoleh dari 19 faktor penyebab, maka dapat diklaster menjadi 4 kelompok besar, yaitu (1) Kualitas Pengajaran dan Bimbingan Guru, (2) Minat dan Motivasi Siswa, (3) Pemahaman Materi, dan (4) Keterlibatan dan Lingkungan Kelas. Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah Metode AHC dapat melakukan klasterisasi faktor penyebab ketidaktuntasan siswa dalam belajar matematika dengan baik.

Kata Kunci: Klasterisasi, Agglomerative Hierarchical Clustering, *metode clustering*, *ahc*.

Abstract

Clustering is a widely studied topic that has been extensively discussed by researchers due to its applicability in solving real-world problems. Despite advancements in clustering methodologies, the completion of mathematics learning remains a significant challenge in education, particularly at the secondary level. Various factors influence students' ability to complete their learning effectively. Clustering techniques provide an approach to grouping objects with similar characteristics, enabling the identification of underlying patterns. This study employs the Agglomerative Hierarchical Clustering (AHC) method, a well-regarded clustering technique, to analyze factors contributing to the incomplete learning of mathematics. The analysis revealed that 19 causal factors could be categorized into four major clusters: (1) Teaching Quality and Teacher Guidance, (2) Student Interest and Motivation, (3) Material Understanding, and (4) Classroom Involvement and Environment. The results demonstrate that the AHC method effectively groups these factors, offering valuable insights into the underlying causes of incomplete mathematics learning. This study concludes that AHC is a robust method for clustering educational data and provides a practical framework for addressing learning challenges in secondary education.

Keywords: clustering, Agglomerative Hierarchical Clustering, clustering method, *ahc*

1. PENDAHULUAN

Clustering merupakan sebuah topik yang menarik dan banyak dibahas oleh peneliti. Penerapan metode-metode di dalam *clustering* juga telah banyak menyelesaikan permasalahan di dunia nyata. Hingga saat ini, terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk melakukan *clustering*, yakni k-means [1], neural network [2], Agglomerative Hierarchical Clustering (AHC) [3].

Agglomerative Hierarchical Clustering (AHC) merupakan salah satu metode di dalam data mining yang berguna untuk melakukan klasterisasi (*Clustering*). AHC merupakan metode *clustering* yang memiliki banyak keunggulan jika dibandingkan metode lainnya, diantaranya adalah metode ini dapat menampilkan hasil dari jarak kedekatan antar data dengan menampilkan dendrogram, yakni sejenis diagram pohon yang digunakan secara hirarkis kekelompokan. Selain itu, untuk menghitung kedekatan antara objek yang ada dalam cluster, metode ini menggunakan jarak manhattan, sehingga relatif mudah dalam melakukan perhitungan.

Hingga saat ini, AHC telah banyak diterapkan untuk menyelesaikan permasalahan di dunia nyata. Beberapa diantaranya adalah penelitian tentang pemodelan wilayah banjir di Jawa Timur [4]. Selanjutnya penelitian yang dilaksanakan oleh Alfi Fadliana dan Fachrur Rozi tentang klasterisasi kabupaten/kota di provinsi Jawa Timur berdasarkan kualitas pelayanan keluarga berencana [5]. Berikutnya penelitian tentang segmentasi pelanggan potensial di Jeger Jersey Indonesia [6] dan Pengelompokan Indikator Indeks Pembangunan Manusia [7]. Penelitian lainnya adalah karya Muhammad Ainur Rofiq dan Anita Qoiriah yang berjudul "Pengelompokan Kategori Buku Berdasarkan Judul Menggunakan Algoritma Agglomerative Hierarchical Clustering Dan K-Medoids [8], M. Hudori berjudul "Pengklasifikasian Kemampuan Akademik Mahasiswa Menggunakan Analisis Cluster Berdasarkan Nilai Mata Kuliah Sains Dasar" [9], Yulianti yang berjudul "Analisis Clustering Donor Darah dengan Metode Agglomerative Hierarchical Clustering" [10], Metode Agglomerative Hierarchical Clustering (AHC) digunakan untuk mengelompokkan donor darah berdasarkan karakteristiknya yaitu mengelompokkan data secara berulang-ulang berdasarkan tingkat kemiripan data satu sama lain.

Dalam penelitian ini akan dibahas bagaimana menentukan klasterisasi faktor penyebab ketidaktuntasan belajar matematika dengan metode *Agglomerative Hierarchical Clustering* (AHC).

2. METODE PENELITIAN

2.1. Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kuantitatif yang berisi tentang faktor-faktor penyebab ketidaktuntasan belajar matematika. Data tersebut diperoleh dari hasil angket terhadap siswa. Selanjutnya hasil angket diubah kedalam bentuk angka dengan mengikuti skala *likert* dengan rentang angka 1 s/d 4. Dalam hal ini Angka 4 menyatakan sangat setuju, angka 3 menyatakan setuju, angka 2 menyatakan tidak setuju, dan angka 1 menyatakan sangat tidak setuju.

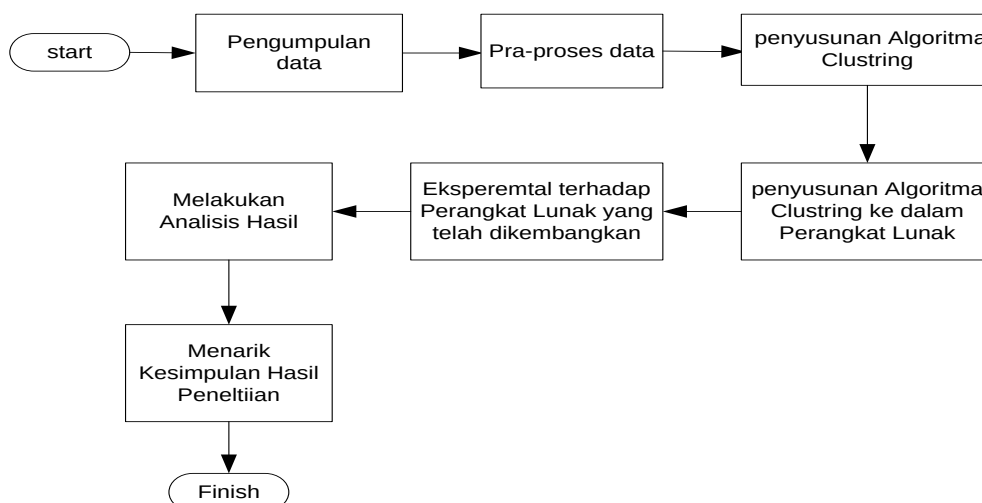
2.2. Metode Penelitian

2.2.1. Populasi dan Sampel

Populasi dari penelitian ini adalah seluruh siswa kelas 9 di SMP Negeri 56 Palembang yang berjumlah 256 orang yang terdiri dari 8 kelas, sedangkan sampel yaitu sebanyak 85 siswa yang diwakili oleh 3 kelas. Pemilihan kelas diambil secara acak.

2.2.2. Langkah-langkah penelitian

Secara umum langkah-langkah yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini sebagaimana disajikan dalam gambar 1.



Gambar 1. Langkah-langkah penelitian

Lebih detail setiap langkah dalam Gambar 1 dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Pengumpulan Data

Data tentang faktor penyebab ketidaktuntasan belajar matematika dikumpulkan menggunakan angket. Dalam penelitian ini, angket berisi 19 pertanyaan yang berkaitan dengan faktor-faktor penyebab. Pertanyaan-pertanyaan tersebut dianalisis dari berbagai sumber dan pengalaman di lapangan yang selama ini ditemui. Kesembilan belas pertanyaan tersebut diberikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Daftar pertanyaan faktor-faktor penyebab ketidaktuntasan belajar matematika

Kode	Pertanyaan
F1.	Materi yang disampaikan guru kurang jelas dan sulit dipahami
F2.	Guru kurang memberikan umpan balik yang berguna atas tugas dan latihan.
F3.	Kualitas penjelasan guru sering membosankan dan monoton
F4.	Guru kurang menggunakan media pembelajaran yang menarik.
F5.	Waktu yang disediakan untuk pembelajaran tidak cukup untuk menguasai materi
F6.	Metode pembelajaran yang digunakan guru kurang sesuai dengan gaya belajar
F7.	Penjelasan guru sering terlalu cepat, sehingga sulit untuk diikuti
F8.	Metode pembelajaran yang digunakan kurang bervariasi
F9.	Kurang latihan dalam mengerjakan soal-soal matematika
F10.	Siswa jarang terlibat dalam diskusi kelompok atau tugas kolaboratif.

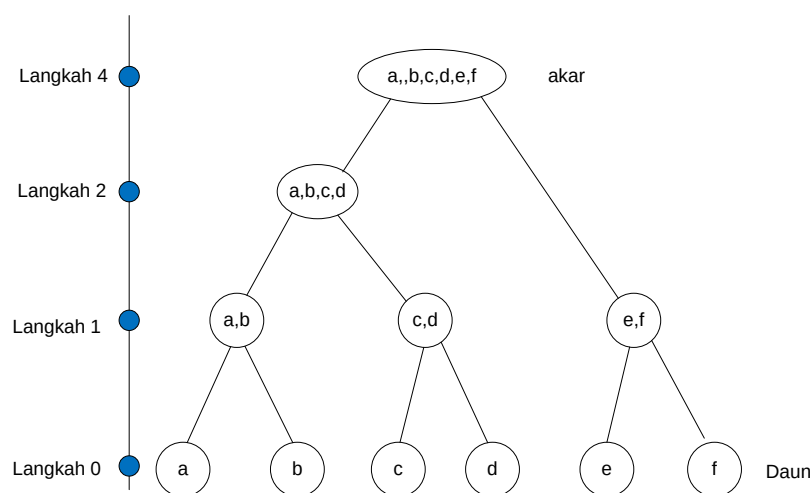
F11.	Kesulitan memahami konsep-konsep yang diajarkan
F12.	Sering merasa bingung dengan materi yang diberikan
F13.	Tidak memiliki waktu yang cukup untuk memproses informasi baru
F14.	Takut atau merasa cemas setiap kali harus belajar matematika
F15.	Mengalami kesulitan dalam mengingat informasi yang dipelajari.
F16.	Membutuhkan bantuan lebih banyak dalam memahami materi
F17.	Lingkungan kelas (misalnya, terlalu berisik atau tidak nyaman) mempengaruhi kemampuan dalam memahami pelajaran
F18.	Kurangnya minat atau motivasi belajar menjadi salah satu alasan tidak tuntas dalam matematika
F19.	Kurangnya bimbingan tambahan dari guru (misalnya, di luar jam pelajaran) mempengaruhi pencapaian belajar

b. Pra-Proses Data

Data yang telah dikumpulkan pada tahap pengumpulan data, selanjutnya dilakukan pra proses. Tujuan dari pra proses adalah untuk mempersiapkan data agar dapat diinterpretasikan oleh perangkat lunak dengan benar.

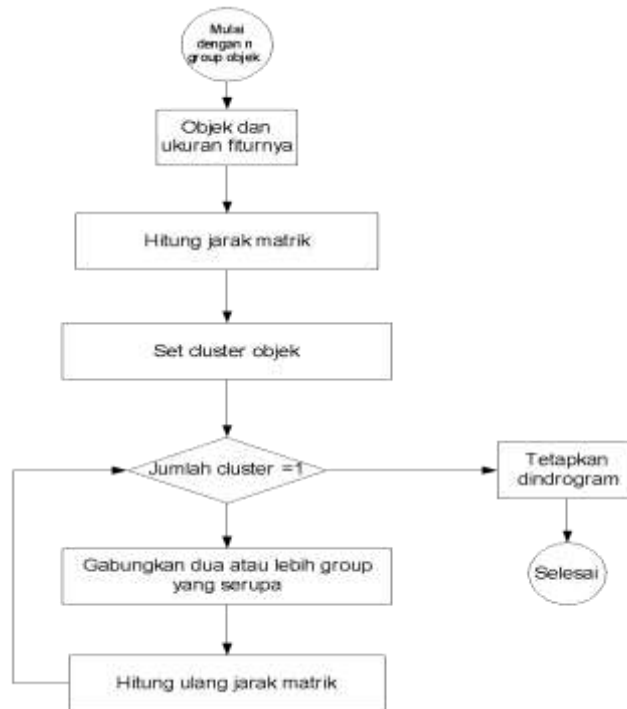
c. Pengembangan Algoritma *Clustering*

Seperti telah disebutkan pada bagian pendahuluan, *Agglomerative Hierarchical Clustering* merupakan suatu metode yang terdapat dalam data mining untuk pengelompokan (Klasterisasi) data. Pengelompokan agglomerative bekerja dengan sistem “bottom-up”, yaitu setiap objek awalnya dianggap sebagai *cluster elemen* tunggal (daun). Selanjutnya, setiap langkah akan menggabungkan dua *cluster* yang memiliki karakteristik yang mendekati menjadi satu *cluster* (node) baru yang lebih besar. Prosedur ini diulang sampai semua titik menjadi anggota dari satu cluster besar (*root*). Mekanisme ini dapat diilustrasikan dengan Gambar 2.



Gambar 2. Ilustrasi metode Hierarchical Agglomerative Clustering

Lebih detail, *Agglomerative Hierarchical Clustering* dapat dinyatakan dengan *flowchart* seperti yang diperlihatkan dalam Gambar 3 sebagai berikut:



Gambar 3. Flowchart Hierarchical Agglomerative Clustering

Dalam melakukan perhitungan jarak (d) matrik pada Gambar 3, maka digunakan formula perhitungan jarak manhattan dengan persamaan 1:

$$d(X_1, X_2) = |x_{11} - x_{21}| + |x_{21} - x_{22}| \quad (1)$$

Dimana:

$d(X_1, X_2)$ = jarak manhattan untuk matriks X_1, X_2 , dan $x_{11}, x_{12} \in X_1$ dan $x_{21}, x_{22} \in X_2$

a. *Single linkage* (jarak terdekat atau tautan tunggal)

Single Linkage merupakan teknik yang menggabungkan cluster-cluster menurut jarak antara anggota-anggota terdekat di antara dua cluster yang dihitung menggunakan persamaan (2).

$$d_{(ab)c} = \min\{d_{ac}; d_{bc}\} \quad (2)$$

b. *Average linkage* (jarak rata-rata atau tautan rata-rata)

Average linkage merupakan teknik yang menggabungkan cluster-cluster menurut jarak rata-rata pasangan anggota masing-masing pada himpunan antara dua cluster yang dihitung menggunakan persamaan (3).

$$d_{(ab)c} = average\{d_{ac}; d_{bc}\} \quad (3)$$

c. *Complete linkage* (jarak terjauh atau tautan lengkap)

Complete linkage merupakan teknik yang menggabungkan cluster-cluster berdasarkan jarak antara anggota-anggota terjauh di antara dua cluster yang dihitung menggunakan persamaan (4).

$$d_{(ab)c} = max\{d_{ac}; d_{bc}\} \quad (4)$$

Selanjutnya persamaan-persamaan tersebut diterapkan ke dalam langkah-langkah yang dituangkan dalam Algoritma 1 sebagai berikut:

Langkah 1: Menghitung jarak antara dua objek pengamatan untuk menghitung jarak antara dua objek pengamatan yang akan menjadi tumpuan cluster, maka digunakan jarak Euclidean seperti yang disajikan dalam persamaan (1).

Langkah 2: Menggabungkan dua cluster terdekat. Setelah diketahui jarak Euclidean, maka klaster-klaster yang memiliki jarak terdekat digabungkan menjadi satu kluster menggunakan persamaan (2).

Langkah 3: Hitung kembali jarak antara dua cluster yang telah digabungkan, lalu hitung kembali jaraknya menggunakan persamaan (2).

Langkah 4: Ulangi langkah (2) dan (3) sampai hanya tersisa satu cluster.

Langkah 5: Buat dendrogram.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Penelitian

Hasil Angket terhadap Siswa SMP 56 terkait dengan proses pembelajaran matematika disajikan dalam Tabel 2, sebagaimana disebutkan sebelumnya, jawaban siswa terhadap pertanyaan yang diberikan dikelompokkan kedalam 4 kategori ,yaitu sangat setuju, setuju.tidak setuju dan sangat tidak setuju. Keempat kategori tersebut selanjutnya ditransformasi ke dalam bentuk numerik dengan ketentuan sangat setuju = 4, setuju = 3, tidak setuju = 2, dan sangat tidak setuju = 1. Selanjutnya, hasil angket tersebut diberikan dalam Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil angket terhadap siswa tentang faktor penyebab tidak tuntas dalam belajar matematika

Sampel No.	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F 1 0	F 1 1	F 1 2	F 1 3	F 1 4	F 1 5	F 1 6	F 1 7	F 1 8	F 1 9
1	2	3	3	2	2	2	3	2	3	3	3	3	2	2	2	3	3	2	3
2	3	3	2	2	2	2	3	2	2	2	3	3	2	2	2	2	3	2	3

3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	2	2	3	3	2	2
4	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	3	3	2	2	2	2	3	3
5	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2	3	2	2	3	3	2	2
6	2	1	1	3	3	2	3	1	3	4	2	1	4	2	3	4	4	1	2
7	1	2	1	1	3	1	1	1	3	2	1	1	1	1	1	3	3	1	1
8	2	2	2	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2
9	2	2	2	3	2	2	2	2	3	3	2	2	2	3	3	3	4	3	2
10	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
11	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	3	2	2	3	3	3	2	2
12	2	3	3	3	3	2	3	2	4	3	3	4	3	2	4	4	4	2	2
13	2	2	3	3	2	2	2	3	4	3	2	3	2	1	4	4	1	3	1
14	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	3	3	2	3	2
15	2	2	4	4	3	4	3	4	3	2	3	3	4	1	3	3	3	3	3
16	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	3	3	2	2
17	2	2	2	3	2	3	2	3	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2
18	2	2	3	3	2	3	4	3	3	2	3	3	2	2	3	4	4	3	3
19	2	2	2	2	3	2	3	2	3	2	3	3	2	2	3	3	3	2	2
20	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	2
21	2	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	3
22	3	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	3	3	3	2	2
23	3	2	2	3	2	2	3	2	3	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2
24	3	2	2	3	2	3	2	3	4	4	4	3	2	1	3	3	4	3	4
25	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3
26	4	4	2	4	2	4	2	3	4	3	4	4	4	2	4	4	2	2	4
27	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
28	2	2	3	3	3	2	3	3	4	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2
29	2	3	2	2	3	2	2	2	3	2	3	2	2	2	3	3	4	3	2
30	3	2	3	2	4	3	3	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	3	3
31	2	2	1	1	3	3	3	2	4	2	3	3	2	3	3	4	4	3	4
32	2	2	1	2	2	2	3	2	3	3	2	3	2	2	1	2	3	3	2
33	3	3	4	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	4	2	4	3	3	3
34	3	2	3	2	2	2	2	2	3	2	3	3	2	3	3	2	3	2	2
35	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2
36	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	3	3	2	2	2	3	3	2
37	4	3	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4
38	2	2	2	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3
39	3	2	2	2	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
40	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2	2
41	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	3	3	4	3	2
42	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

43	2	1	2	1	2	2	3	2	2	2	2	3	2	4	4	4	3	2	2
44	3	2	3	2	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	4	3	3
45	2	2	2	1	2	2	3	2	3	2	2	3	2	1	2	3	4	2	2
46	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	3	2	2	4	4	3	2	2
47	2	2	2	2	3	2	3	2	3	3	2	2	3	2	3	3	2	3	2
48	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1	2	2	3	2	3
49	2	2	2	2	2	3	3	2	3	3	3	3	2	2	3	4	3	2	2
50	2	2	2	2	3	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
51	2	2	2	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	4	2	2
52	1	2	1	2	2	1	1	3	2	2	2	2	2	1	2	3	4	1	2
53	2	2	3	2	4	4	3	3	3	4	2	3	4	3	4	4	4	4	3
54	2	3	2	2	3	2	2	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	2	2
55	2	2	2	3	2	2	3	3	4	3	3	3	2	2	2	3	2	2	2
56	3	3	2	3	2	3	3	2	3	2	3	3	2	2	3	3	3	2	3
57	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3
58	3	3	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	2	3	3	3	2	3	2
59	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	2
60	2	2	2	2	3	2	3	2	3	2	3	3	3	2	3	3	4	2	3
61	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	3	1	1	3	3	3	1	2
62	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	4	2	2
63	2	2	3	2	2	2	3	2	3	2	3	3	2	2	2	2	3	2	2
64	3	2	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	2	2
65	2	2	2	2	3	2	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	2
66	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	2
67	2	2	2	2	3	2	2	2	1	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2
68	1	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	3	2	2	2
69	2	2	2	3	2	1	4	3	3	3	4	4	3	4	3	3	4	4	1
70	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2
71	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
72	2	2	2	1	1	2	2	2	3	2	3	2	2	2	3	3	2	2	2
73	2	2	3	2	2	2	4	2	3	2	4	4	4	3	4	4	3	3	4
74	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	3	2	4	3	4	3	3	2
75	2	2	3	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	3	3	3	2	3
76	3	2	3	2	3	3	3	2	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2
77	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3
78	3	2	2	3	2	4	4	4	3	2	4	4	3	3	4	4	4	3	3
79	2	2	2	3	2	2	2	3	3	3	2	2	2	2	3	3	4	3	3
80	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2
81	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	2
82	2	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	4	4	2	1

83	2	3	2	3	3	3	3	2	2	3	2	2	2	2	2	3	4	2	3
84	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	3	3
85	2	3	2	1	3	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	4	3	2

Selanjutnya, data yang ada dalam Tabel 2, dilakukan pra proses, yaitu dengan jalan melakukan transformasi data tabel ke dalam bentuk matriks A sebagai berikut:

A= [

```

2 3 3 2 2 2 3 2 3 3 3 2 2 2 3 3 2 3
3 3 2 2 2 2 3 2 2 2 3 3 2 2 2 2 3 2 3
2 2 2 2 2 2 2 2 3 3 2 2 3 2 2 3 3 2 2
2 2 2 2 2 2 2 2 3 2 3 3 3 2 2 2 2 3 3
2 2 2 2 2 2 2 3 3 3 2 2 3 2 2 3 3 2 2
2 1 1 3 3 2 3 1 3 4 2 1 4 2 3 4 4 1 2
1 2 1 1 3 1 1 1 3 2 1 1 1 1 1 3 3 1 1
2 2 2 4 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 3 3 2 2 2
2 2 2 3 2 2 2 2 3 3 2 2 2 3 3 3 4 3 2
2 3 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2
2 2 2 2 2 2 2 2 3 3 2 3 2 2 3 3 3 2 2
2 3 3 3 3 2 3 2 4 3 3 4 3 2 4 4 4 2 2
2 2 3 3 2 2 2 3 4 3 2 3 2 1 4 4 1 3 1
2 2 2 3 2 2 2 3 2 2 2 3 2 2 3 3 2 3 2
2 2 4 4 3 4 3 4 3 2 3 3 4 1 3 3 3 3 3
3 3 2 2 2 2 2 2 2 3 2 3 2 2 2 3 3 2 2
2 2 2 3 2 3 2 3 3 2 2 3 2 3 2 3 2 3 2
2 2 3 3 2 3 4 3 3 2 3 3 2 2 3 4 4 3 3
2 2 2 2 3 2 3 2 3 2 3 3 2 2 3 3 3 2 2
2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 3 2 2 2 2 3 2 2
2 4 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 3 3 2 3
3 3 2 2 2 2 2 2 3 3 3 3 2 2 3 3 3 2 2
3 2 2 3 2 2 3 2 3 2 2 2 2 1 2 2 1 2 2
3 2 2 3 2 3 2 3 4 4 4 3 2 1 3 3 4 3 4
2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 3 3 3 2 3 3 3 2 3
4 4 2 4 2 4 2 3 4 3 4 4 4 2 4 4 2 2 4
2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2
2 2 3 3 3 2 3 3 4 2 3 3 3 3 3 3 3 2 2
2 3 2 2 3 2 2 2 3 2 3 2 2 2 3 3 4 3 2
3 2 3 2 4 3 3 2 2 2 3 3 3 3 4 4 4 3 3
2 2 1 1 3 3 3 2 4 2 3 3 2 3 3 4 4 3 4
2 2 1 2 2 2 3 2 3 3 2 3 2 2 1 2 3 3 2
3 3 4 3 3 3 2 3 3 3 3 3 3 4 2 4 3 3 3
3 2 3 2 2 2 2 2 3 2 3 3 2 3 3 2 3 2 2
2 2 2 2 2 2 2 3 3 2 2 2 2 2 3 3 3 2 2
2 2 2 2 2 2 2 2 3 2 3 3 3 2 2 2 3 3 2
4 3 4 4 3 4 3 4 4 4 4 4 3 4 4 4 4 3 4
2 2 2 2 3 2 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 2 3
3 2 2 2 4 3 4 4 4 3 4 4 4 4 4 4 4 4 4
2 2 2 1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 4 2 2
    
```

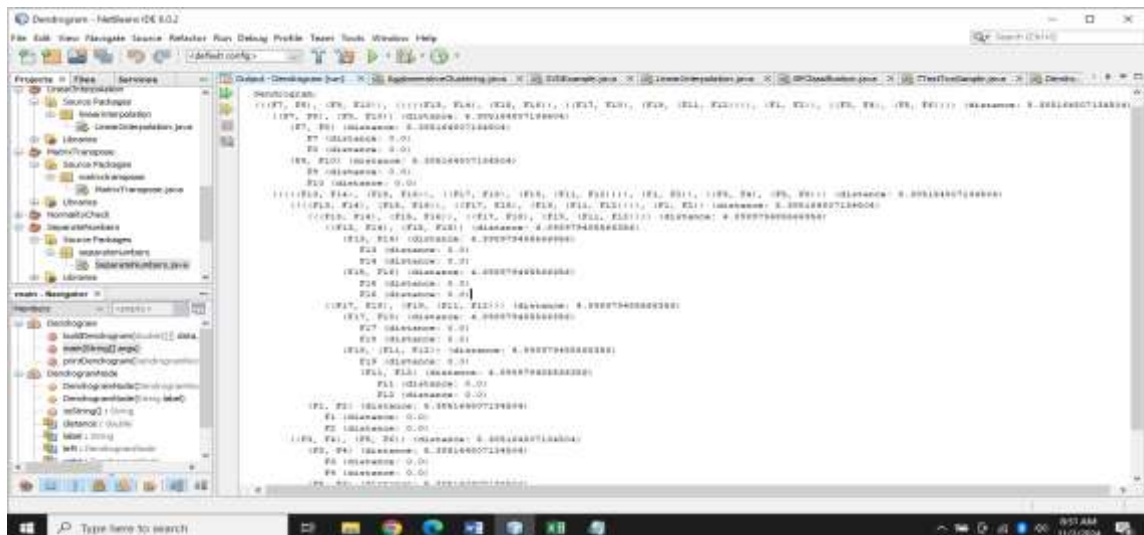
2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 4 3 3 4 3 2
 4 4 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3
 2 1 2 1 2 2 3 2 2 2 2 3 2 4 4 4 3 2 2
 3 2 3 2 3 3 3 3 2 2 3 3 3 3 3 3 4 3 3
 2 2 2 1 2 2 3 2 3 2 2 3 2 1 2 3 4 2 2
 3 2 2 2 2 2 2 2 3 2 3 3 2 2 4 4 3 2 2
 2 2 2 2 3 2 3 2 3 3 2 2 3 2 3 3 2 3 2
 1 1 1 2 2 2 2 2 2 1 1 2 2 1 2 2 3 2 3
 2 2 2 2 2 3 3 2 3 3 3 3 2 2 3 4 3 2 2
 2 2 2 2 3 2 3 2 3 2 3 3 3 3 3 3 3 3 3
 2 2 2 3 3 2 3 2 3 3 3 3 3 2 3 3 4 2 2
 1 2 1 2 2 1 1 3 2 2 2 2 2 1 2 3 4 1 2
 2 2 3 2 4 4 3 3 3 4 2 3 4 3 4 4 4 4 3
 2 3 2 2 3 2 2 2 2 2 3 3 3 2 3 3 3 2 2
 2 2 2 3 2 2 3 3 4 3 3 3 2 2 2 3 2 2 2
 3 3 2 3 2 3 3 2 3 2 3 3 2 2 3 3 3 2 3
 2 2 2 2 2 2 3 3 3 2 3 3 3 2 3 3 3 3 3
 3 3 2 3 3 2 2 3 2 2 3 4 2 3 3 3 2 3 2
 2 2 3 2 2 2 2 2 3 2 3 3 3 2 3 3 3 3 2
 2 2 2 2 3 2 3 2 3 2 3 3 3 2 3 3 4 2 3
 1 2 1 1 1 2 1 1 1 1 1 3 1 1 3 3 3 1 2
 2 2 2 2 2 1 2 2 2 2 3 3 2 2 2 2 4 2 2
 2 2 3 2 2 2 3 2 3 2 3 3 2 2 2 2 3 2 2
 3 2 3 3 3 3 3 2 2 2 3 3 3 2 3 3 3 2 2
 2 2 2 2 3 2 3 2 3 3 3 3 2 3 3 3 3 2 2
 2 3 2 3 2 2 2 2 2 2 3 3 3 2 3 3 3 3 2
 2 2 2 2 3 2 2 2 1 3 2 2 2 2 2 2 3 2 2
 1 2 2 2 1 2 1 2 2 2 2 2 2 1 2 3 2 2 2
 2 2 2 3 2 1 4 3 3 3 4 4 3 4 3 3 4 4 1
 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 3 2 2 2 2 2 2 2
 2 2 2 2 3 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2
 2 2 2 1 1 2 2 2 3 2 3 2 2 2 3 3 2 2 2
 2 2 3 2 2 2 4 2 3 2 4 4 4 3 4 4 3 3 4
 2 2 2 2 3 2 2 2 2 2 3 3 2 4 3 4 3 3 2
 2 2 3 3 3 2 2 3 3 2 2 3 3 2 3 3 3 2 3
 3 2 3 2 3 3 3 2 4 2 3 3 3 3 3 3 3 3 2
 2 2 2 2 2 2 2 2 3 2 3 3 3 2 3 3 3 2 3
 3 2 2 3 2 4 4 4 3 2 4 4 3 3 4 4 4 3 3
 2 2 2 3 2 2 2 3 3 3 2 2 2 2 3 3 4 3 3
 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 3 3 3 2 2
 2 2 2 2 2 2 2 2 3 2 2 3 2 2 3 3 3 3 2
 2 2 2 2 3 3 3 2 3 3 3 3 3 2 3 4 4 2 1
 2 3 2 3 3 3 3 2 2 3 2 2 2 2 2 3 4 2 3
 2 2 2 2 2 3 2 2 3 2 2 2 2 2 2 3 2 3 3
 2 3 2 1 3 2 3 3 3 3 3 3 3 4 4 3 4 3 2]

Selanjutnya dengan masukan berupa matrik A tersebut, AHC melakukan proses perhitungan dan pengurutan menggunakan jarak antar *cluster*. Proses tersebut merupakan

proses iteratif yang dilakukan berulang-ulang dengan langkah-langkah mengikuti Algoritma 1. Selanjutnya, secara urutan terbentuknya dalam penelitian ini dijabarkan sebagai berikut:

```
Merged cluster 10 and cluster 11 with distance 4.898979485566356
Merged cluster 0 and cluster 1 with distance 5.385164807134504
Merged cluster 0 and cluster 4 with distance 5.385164807134504
Merged cluster 11 and cluster 12 with distance 5.385164807134504
Merged cluster 5 and cluster 13 with distance 5.656854249492381
Merged cluster 0 and cluster 1 with distance 5.744562646538029
Merged cluster 0 and cluster 12 with distance 5.830951894845301
Merged cluster 0 and cluster 4 with distance 5.916079783099616
Merged cluster 2 and cluster 7 with distance 6.082762530298219
Merged cluster 3 and cluster 6 with distance 6.082762530298219
Merged cluster 0 and cluster 1 with distance 6.164414002968976
Merged cluster 2 and cluster 6 with distance 6.164414002968976
Merged cluster 1 and cluster 2 with distance 6.244997998398398
Merged cluster 0 and cluster 1 with distance 6.6332495807108
Merged cluster 0 and cluster 1 with distance 6.6332495807108
Merged cluster 0 and cluster 1 with distance 6.6332495807108
Merged cluster 0 and cluster 1 with distance 6.708203932499369
Merged cluster 0 and cluster 1 with distance 7.615773105863909
```

Secara lebih detail, proses merge untuk mendapatkan urutan cluster diperlihatkan oleh Dendrogram yang disajikan dalam Gambar 4.



Gambar 4. Dendrogram Hasil Klusterisasi Faktor-Faktor Penyebab Ketidaktuntasan Belajar Siswa SMP N 56 Palembang dalam Pelajaran Matematika

Setelah selesai proses pengurutan dan perhitungan menggunakan Jarak tersebut dilaksanakan, maka diperoleh urutan cluster penyebab ketidaktuntasan pembelajaran matematika di SMPN 56 Palembang adalah sebagai berikut:

Cluster Penyebab Ketidaktuntasan Setelah diurutkan dengan Metode AHC:

1. F1 Materi yang disampaikan guru kurang jelas dan sulit dipahami
2. F2 Guru kurang memberikan umpan balik yang berguna atas tugas dan latihan
6. F6 Metode pembelajaran yang digunakan guru *kurang sesuai dengan gaya belajar* Anda
3. F3 Kualitas penjelasan guru sering membosankan dan monoton
- 19.F19 Kurangnya bimbingan tambahan* dari guru (misalnya, di luar jam pelajaran mempengaruhi pencapaian belajar Anda)
8. F8 Metode pembelajaran yang digunakan kurang bervariasi
- 18.F18 Kurangnya minat atau motivasi* belajar menjadi salah satu alasan Anda tidak tuntas dalam matematika
4. F4 Guru kurang menggunakan media pembelajaran yang menarik
5. F5 Waktu yang disediakan untuk pembelajaran tidak cukup untuk menguasai materi
- 13.F13 Tidak memiliki waktu yang cukup untuk memproses informasi baru
7. F7 Penjelasan guru sering *terlalu cepat* sehingga sulit untuk diikuti
11. F11 Kesulitan memahami konsep-konsep yang diajarkan
- 12.F12 Sering merasa bingung dengan materi yang diberikan
- 15.F15 Mengalami kesulitan dalam mengingat informasi yang dipelajari
- 16.F16 Membutuhkan bantuan lebih banyak dalam memahami materi
9. F9 Kurang latihan dalam mengerjakan soal-soal matematika
- 10.F10 Siswa jarang terlibat dalam diskusi kelompok atau tugas kolaboratif
- 14.F14 Takut atau merasa cemas setiap kali harus belajar matematika
- 17.F17 Lingkungan kelas (misalnya, terlalu berisik atau tidak nyaman) mempengaruhi kemampuan Anda dalam memahami pelajaran

3.2. PEMBAHASAN

Dari daftar kandidat klaster penyebab ketidaktuntasan belajar matematika di SMP Negeri 56 Palembang (F1 - F19), maka hasil analisis dengan menggunakan metode Agglomerative Hierarchical Clustering (AHC) berdasarkan kedekatan jarak single linkage dan dendrogram masing-masing klaster diperoleh 4 (empat) klaster utama, yaitu:

C1. Klaster Kualitas Pengajaran dan Bimbingan Guru

Adapun faktor penyebab yang tergolong ke dalam C1 ini adalah:

- F1 : Materi yang disampaikan guru kurang jelas dan sulit dipahami
- F2 : Guru kurang memberikan umpan balik yang berguna atas tugas dan latihan
- F3 : kualitas penjelasan guru sering membosankan dan monoton
- F6 : Metode pembelajaran yang digunakan guru kurang sesuai dengan gaya belajar Anda
- F8 : Metode pembelajaran yang digunakan kurang bervariasi
- F4 : Guru kurang menggunakan media pembelajaran yang menarik
- F19: Kurangnya bimbingan tambahan dari guru (misalnya, di luar jam pelajaran mempengaruhi pencapaian belajar Anda)
- F5 : Waktu yang disediakan untuk pembelajaran tidak cukup untuk menguasai materi

C2. Klaster Minat dan Motivasi Siswa (F18, F14)

- F18 : Kurangnya minat atau motivasi belajar menjadi salah satu alasan Anda tidak tuntas dalam matematika,
- F14 : Takut atau merasa cemas setiap kali harus belajar matematika

C3. Klaster Pemahaman Materi (F11, F12, F13, F15, F16)

- F11 : Kesulitan memahami konsep-konsep yang diajarkan
- F12 : Sering merasa bingung dengan materi yang diberikan
- F13 : Tidak memiliki waktu yang cukup untuk memproses informasi baru
- F15 : Mengalami kesulitan dalam mengingat informasi yang dipelajari
- F16 : Membutuhkan bantuan lebih banyak dalam memahami materi

C4. Klaster Keterlibatan dan Lingkungan Kelas (F7, F10, F17)

- F7 : Penjelasan guru sering *terlalu cepat* sehingga sulit untuk diikuti
- F9 : Kurang latihan dalam mengerjakan soal-soal matematika
- F10 : Siswa jarang terlibat dalam diskusi kelompok atau tugas kolaboratif
- F17 : Lingkungan kelas (misalnya, terlalu berisik atau tidak nyaman) mempengaruhi kemampuan Anda dalam memahami pelajaran

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan proses analisis terhadap data, maka kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut Metode *Agglomerative Hierarchical Clustering* (AHC) dapat melakukan klasterisasi faktor penyebab ketidaktuntasan siswa dalam belajar matematika dengan baik. Dengan metode ini, faktor penyebab dapat disusun secara bertingkat berdasarkan kedekatan jarak masing-masing parameter dari setiap faktor. Secara umum faktor yang menyebabkan pembelajaran matematika di SMP Negeri 56 Palembang dapat diklasterisasi menjadi 4, yaitu:

1. Klaster Kualitas Pengajaran dan Bimbingan Guru
2. Klaster Minat dan Motivasi Siswa
3. Klaster Pemahaman Materi
4. Klaster Keterlibatan dan Lingkungan Kelas

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. B. G. Sarasvananda, R. Wardoyo, and A. K. Sari, 2019, "The K-Means Clustering Algorithm With Semantic Similarity To Estimate The Cost of Hospitalization," *IJCCS (Indonesian J. Comput. Cybern. Syst., no. 4, vol. 13, pp. 313-322.*
- [2] G. Liu, "Clustering with Neural Network and Index," 2022.
- [3] E. K. Tokuda, C. H. Comin, and L. da F. Costa, 2022. "Revisiting agglomerative clustering," *Phys. A Stat. Mech. its Appl., vol. 585, pp. 1-22.*
- [4] R. O. Pratikto and N. Damastuti, 2021 "Klasterisasi Menggunakan Agglomerative Hierarchical Clustering Untuk Memodelkan Wilayah Banjir," *JOINTECS (Journal Inf. Technol. Comput. Sci., No. 1, vol. 6, no. 1, pp. 13-20.*
- [5] A. Fadliana and F. Rozi, 2015, "Penerapan Metode Agglomerative Hierarchical Clustering untuk Klasifikasi Kabupaten/Kota di Propinsi Jawa Timur Berdasarkan Kualitas Pelayanan Keluarga Berencana," *CAUCHY J. Mat. Murni dan Apl., no. 1, vol. 4, pp. 35-40.*
- [6] A. M. Bachtiar, D. Dharmayanti, and R. L. Hamzah, 2017, "Penerapan Metode Hierarchical Agglomerative Clustering Untuk Segmentasi Pelanggan Potensial Di

- Jeger Jersey Indonesia,” *Komputa J. Ilm. Komput. dan Inform.*,no. 1, vol. 6, pp. 35–42, 2017.
- [7] Y. Safarina, M. N. Hayati, and Y. N. Nasution, 2019, “Penerapan Metode Hierarchical Clustering Multiscale Bootstrap (Studi Kasus: Indeks Pembangunan Manusia (Ipm) Di Kalimantan,” *Pros. Semin. Nas. Mat. Stat. dan Apl.*, pp. 29–35, 5 Oktober 2019.
- [8] M. A. Rofiq and A. Qoiriah, 2021, “Pengelompokan Kategori Buku Berdasarkan Judul Menggunakan Algoritma Agglomerative Hierarchical Clustering dan K-Medoids,” *J. Informatics Comput. Sci.*, No. 03, vol. 2, pp. 220–227.
- [9] N. Mata and K. Sains, 2023, “Pengklasifikasian Kemampuan Akademik Mahasiswa Menggunakan Analisis Cluster Berdasarkan Nilai Mata Kuliah Sains Dasar” *Majamath: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, no. 2, vol. 6, pp. 79–86, 2023.
- [10] D. Iyan Yulianti, T. Iman Hermanto, and M. Defriani, 2023, “RESOLUSI : Rekayasa Teknik Informatika dan Informasi Analisis Clustering Donor Darah dengan Metode Agglomerative Hierarchical Clustering,” *Media Online*, No. 6, vol. 3, pp. 303-308.