



Klasifikasi Kriteria Kemampuan Siswa untuk Heterogenitas Kelompok Belajar Menggunakan *Agglomerative Hierarchical Cluster Analysis*

Wahyuni Suryaningtyas, Febriana Kristanti

Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Muhammadiyah Surabaya, Jalan Sutorejo No. 59, Surabaya 60113, Indonesia.

* Korespondensi Penulis. E-mail: wahyuni.pendmat@fkip.um-surabaya.ac.id

© 2023 JIPM (Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika)

This is an open access article under the CC-BY-SA license

(<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>) ISSN 2337-9049 (print), ISSN 2502-4671 (online)

Abstrak: Penelitian klasifikasi kriteria kemampuan siswa menggunakan data kuantitatif. Pada penelitian data yang digunakan adalah data sekunder berupa data PTS Matematika siswa kelas VII-B SMP Muhammadiyah 10 Surabaya. Penentuan klasifikasi menggunakan metode Sturges' Rule, kategorisasi hipotetik, dan *agglomerative hierarchical cluster analysis*. Hasil penelitian klasifikasi diperoleh masing-masing metode memberikan interval yang berbeda untuk menentukan kriteria kemampuan siswa. Pada Sturges' Rule dan *agglomerative hierarchical cluster analysis* walaupun terdapat perbedaan interval yang dihasilkan, namun jumlah frekuensi siswa hampir sama untuk masing-masing kriteria kemampuan siswa. Sedangkan, interval pada metode kategorik hipotetik memberikan hasil yang berbeda dengan frekuensi yang berbeda juga untuk jumlah frekuensi pada masing-masing kriteria jika dibandingkan dengan metode Sturges' Rule dan *agglomerative hierarchical cluster analysis*. Pengukuran ketepatan klasifikasi berdasarkan selisih nilai mean, median, dan standar deviasi didapatkan perbandingan keakuratan tabel distribusi frekuensi dengan metode *cluster* lebih akurat dari metode Sturges dan kategorisasi hipotetik. Interval yang dihasilkan dari analisis *cluster* memberikan hasil mendekati nilai mean, median, dan standar deviasi data nilai PTS siswa kelas VII-B SMP Muhammadiyah 10 Surabaya.

Kata kunci: Sturges' Rule; kategorisasi hipotetik; *agglomerative hierarchical cluster analysis*

Abstract: Research on the classification of students' ability criteria used quantitative data. This research used secondary data in the form of PTS Mathematics in the 7th grade of class B in SMP Muhammadiyah 10 Surabaya. The classification determination used the Sturges' rule method, hypothetical categorization, and *agglomerative hierarchical cluster analysis*. The results of the classification research obtained for each method provided different intervals to determine student ability criteria. In Sturges' rule and *agglomerative hierarchical cluster analysis*, although there are differences in the resulting intervals, the number of student frequencies is almost the same for each student's ability criteria. Meanwhile, the intervals on the hypothetical categorical method gave different results with different frequencies for the number of frequencies on each criterion when compared to the Sturges' rule method and *agglomerative hierarchical cluster analysis*. Measuring the accuracy of classification based on the difference in the mean, median, and standard deviation values, the Sturges method, and hypothetical categorization. The interval resulting from the cluster analysis gave results close to the mean, median, and standard deviation of PTS in the 7th grade of class B data in SMP Muhammadiyah 10 Surabaya.

Keywords: Sturges' Rule; hypothetical categorization; *agglomerative hierarchical cluster analysis*

Pendahuluan

Pendidikan menurut Undang-Undang No. 20 Tahun 2003 merupakan suatu kegiatan yang dilakukan secara sadar dan terencana agar siswa secara aktif dapat mengembangkan segala potensi yang dimiliki melalui proses pembelajaran. Pada kegiatan belajar mengajar (KBM) seorang guru selalu menerapkan berbagai strategi, metode, pendekatan, dan model pembelajaran agar siswa dapat lebih memahami materi, lebih aktif, interaktif, dan efektif. Proses belajar yang melibatkan aktivitas siswa membuat KBM berjalan secara efektif sehingga diharapkan tujuan pembelajaran dapat tercapai (Wibowo, 2016). Keaktifan siswa dalam proses KBM mengimplikasikan adanya interaksi antara guru dengan siswa, sehingga membuat suasana kelas menjadi lebih hidup dan kondusif. Aktivitas proses pembelajaran yang berpusat pada siswa menstimulasi konstruktivis pengetahuan, keterampilan, dan meningkatkan motivasi belajar. Pembelajaran berbasis siswa secara signifikan dalam penerapannya dapat meningkatkan prestasi belajar siswa (Krishnan, 2015; Hermanto & Harimurti, 2017).

Model pembelajaran berbasis berpusat pada siswa selalu dilakukan dengan membentuk kelompok-kelompok kecil dalam kelas dengan tujuan agar guru dapat dengan mudah memantau aktivitas siswa. Pembentukan kelompok siswa dalam KBM yang paling populer digunakan adalah *cooperative learning model*. Pada *cooperative learning model* saat fase pembentukan kelompok maka sejumlah siswa dibagi menjadi anggota kelompok kecil dengan tingkat kemampuan berbeda. Guru dapat lebih efektif membagi siswa dalam satu kelompok dimana masing-masing anggota tim atau kelompok memiliki kriteria kemampuan akademik yang heterogen yaitu kemampuan tinggi, sedang, dan rendah. Siswa pada saat *cooperative learning* diberikan struktur dorongan atau tugas yang bersifat kooperatif sehingga memungkinkan terjadinya interaksi secara terbuka dan hubungan yang bersifat interdependensi efektif diantara anggota kelompok untuk saling bekerja sama, saling berdiskusi, saling berargumentasi, serta saling membantu memahami materi pelajaran (Wati & Rivilla, 2017; Ali, 2021). Heterogenitas dalam pembentukan kelompok diharapkan dapat memberikan keseimbangan trend dominasi siswa berkemampuan tinggi, memaksimalkan peran siswa berkemampuan sedang, dan memberikan motivasi adanya perbaikan sikap serta pemahaman untuk kaum minoritas yaitu siswa berkemampuan rendah (Aulia & Fatichatul, 2017).

Pada proses pembentukan kelompok yang heterogen mayoritas guru mengalami kesulitan untuk menentukan metode yang digunakan dalam mengklasifikasi siswa berdasarkan kemampuan akademik. Salah satu fenomena tersebut ditemukan oleh peneliti ketika melakukan observasi dan wawancara dengan guru Matematika di SMP Muhammadiyah 10 Surabaya. Guru menyampaikan bahwa dalam pembagian kelompok siswa dibagi secara asal berdasarkan tempat duduk tanpa memperhatikan kemampuan akademik siswa. Guru belum mengetahui metode analitis yang digunakan untuk mengklasifikasikan siswanya. Klasifikasi untuk pembentukan kelompok siswa yang dilakukan secara random yaitu tidak mengacu pada kualitas siswa menyebabkan ketimpangan hasil belajar antar kelompok sehingga menjadi faktor tidak tercapainya target Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) dalam kelas (Luka et al., 2019). Tidak tercapainya jumlah klasikal siswa sebesar 75% yang memenuhi KKM berimplikasi pada tidak terjadinya peningkatan prestasi belajar siswa pada setiap kemampuan dasar topik materi (Parahita et al., 2019). Metode analisis sederhana yaitu menggunakan Sturges' Rule (Sari et al., 2018) untuk pembentukan kelompok dengan menentukan kelas menjadi 3 (tiga) kategori yaitu tinggi, sedang, dan rendah kemudian membuat interval nilai siswa untuk mengklasifikasikan siswa berdasarkan nilai akademik Matematika. Metode analitis selanjutnya adalah menggunakan kategorisasi hipotetik yaitu menentukan kategori siswa

berdasarkan nilai mean hipotetik dan standar deviasi hipotetik dengan menggunakan rumus perhitungan jarak interval (Ansyah et al., 2019).

Pada penelitian klasifikasi merujuk referensi Fadliana dan Rozi (2015) menggunakan *Agglomerative Hierarchical Cluster Analysis* dalam kasus pengklasifikasian kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur berdasarkan kualitas pelayanan Keluarga Berencana (KB). Penggunaan *Agglomerative Hierarchical Cluster Analysis* oleh Endy Suherman et al. (2019) untuk mengelompokkan wilayah berdasarkan tingkat kemiskinan untuk mendapatkan informasi yang lebih efisien, efektif dan tepat sasaran dalam rangka mendukung strategi penanggulangan kemiskinan di daerah Kalimantan Timur. Selanjutnya, penelitian Dewi dan Ahadiyah (2022) menggunakan metode statistika *Agglomerative Hierarchical Cluster Analysis* untuk mengelompokkan Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur berdasarkan indikator pendidikan. Penelitian klasifikasi dengan menggunakan *Agglomerative Hierarchical Cluster Analysis* belum terdapat penerapan pada bidang pendidikan khususnya untuk mengelompokkan kriteria kemampuan siswa. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk menerapkan *Agglomerative Hierarchical Cluster Analysis* dengan tujuan mengklasifikasikan kriteria kemampuan siswa untuk pembentukan heterogenitas kelompok belajar siswa. Analisis *cluster* dengan metode hierarki adalah analisis yang pengclusteran datanya dilakukan dengan cara mengukur jarak kedekatan pada setiap obyek yang kemudian membentuk sebuah dendogram. Pembentukan kelompok siswa penting dilakukan menggunakan *Agglomerative Hierarchical Cluster Analysis* diharapkan dapat mempermudah guru terlebih dahulu mengklasifikasi siswanya sesuai dengan kategori kemampuan akademik. Hasil analisis *cluster* diharapkan siswa dapat dibagi ke dalam kelompok-kelompok kooperatif kecil secara merata dan heterogen. Pada penelitian akan dibandingkan berdasarkan ukuran nilai mean, median data, dan standar deviasi manakah diantara metode Sturges' Rule, kategorisasi hipotetik, dan *Agglomerative Hierarchical Cluster Analysis* yang memberikan hasil analisis terbaik untuk mengklasifikasikan kriteria kemampuan siswa pembentukan heterogenitas kelompok belajar kelas VII-B SMP Muhammadiyah 10 Surabaya.

Metode

Jenis penelitian yang digunakan adalah comparative study yang membandingkan metode Sturges' Rule, kategorisasi hipotetik, dan *Agglomerative Hierarchical Cluster Analysis* untuk mengklasifikasikan kriteria kemampuan siswa pembentukan heterogenitas kelompok belajar kelas VII-B SMP Muhammadiyah 10 Surabaya. Data kuantitatif yang digunakan diukur secara langsung sebagai variabel angka. Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder berupa data Penilaian Tengah Semester (PTS) mata pelajaran Matematika siswa kelas VII-B SMP Muhammadiyah 10 Surabaya. Setelah diperoleh data, kemudian peneliti melakukan pengolahan data menggunakan analisis: 1) Sturges' Rule, 2) kategorisasi hipotetik, dan 3) *Agglomerative Hierarchical Cluster Analysis*. Formula masing-masing metode analisis akan dijabarkan satu per satu dengan ditampilkan juga flow chart penelitian yang akan dilakukan.

1) Sturges' Rule

Penentuan kriteria kemampuan siswa menggunakan Sturges' Rule yang dipublikasikan pada jurnal American Statistical Association (ASA) pada tahun 1926 yang mengasumsikan bahwa satu kumpulan data terdistribusi baik jika didekati dengan distribusi binomial dengan probabilitas sebesar 0,5 sehingga membentuk distribusi yang simetris. Sturges' Rule dilakukan dengan membuat tabel distribusi frekuensi yang memuat interval nilai disertai dengan keterangan frekuensinya. Sturges' Rule digunakan untuk menentukan banyak kelas dan panjang kelas (interval kelas) dalam penyusunan distribusi

frekuensi. Langkah-langkah klasifikasi kriteria kemampuan siswa dengan menggunakan Sturges' Rule diberikan sebagai berikut.

1. Tentukan X_{max} dan X_{min} data;
2. Hitung rentang data dengan formula $R = X_{max} - X_{min}$;
3. Tentukan banyak kelas (K) dengan menggunakan identitas ekspansi binomial dan sifat logaritma (Sari et al., 2018) yaitu

$$K \approx 1 + 3,322 \log n; \tag{1}$$

4. Tentukan panjang kelas (p) dengan penghitungan $p = \frac{R}{K}$.

Selanjutnya, membuat tabel distribusi frekuensi kelompok yang memuat beberapa data dalam bentuk interval kelas dengan selang tertentu. Pembuatan tabel distribusi frekuensi kelompok berguna untuk menyajikan data ke dalam bentuk yang lebih baik dan ringkas.

2) Kategorisasi Hipotetik

Prosedur klasifikasi dengan menggunakan kategorisasi hipotetik dilakukan dengan menghitung besarnya mean hipotetik (mean teoritik) dan standar deviasi berdasarkan jumlah item dan skor maksimal serta skor minimal pada nilai siswa. Kategorisasi yang digunakan berdasarkan model distribusi normal. Azwar menyatakan bahwa analisis data dilakukan dengan menggunakan bantuan statistik yang mencakup jumlah subjek/siswa (N), skor minimum (X_{min}), skor maksimal (X_{max}), standar deviasi (SD), dan statistik-statistik yang lain yang dianggap perlu. Langkah-langkah klasifikasi kriteria kemampuan siswa menggunakan kategorisasi hipotetik adalah sebagai berikut.

1. Hitung mean (nilai rata-rata) dari simpangan baku (standar deviasi);

$$Mean = \frac{\sum X}{N} \quad \text{dan} \quad SD = \sqrt{\frac{\sum X^2}{N} - \left(\frac{\sum X}{N}\right)^2} \tag{2}$$

dengan

$\sum X$ = jumlah skor

N = banyak siswa

SD = standar deviasi

2. Tentukan kriteria dan batasan-batasan kelompok yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Kriteria Siswa Dengan Batasan-Batasan Kategorisasi Hipotetik

Kriteria	Batas-Batas Kelompok
Tinggi	$X \geq \bar{X} + SD$
Sedang	$\bar{X} - SD \leq X \leq \bar{X} + SD$
Rendah	$X \leq \bar{X} - SD$

keterangan:

X = nilai;

\bar{X} = mean;

SD = standar deviasi

Tidak ada pedoman khusus tentang berapa jumlah kriteria yang ingin kita buat dan berapa batasan skor pada masing-masing kategori. Peneliti bisa memodifikasi kriteria yang ditentukan sesuai dengan kebutuhan, namun tetap memperhatikan aspek logis dan proporsional.

3) Agglomerative Hierarchical Cluster Analysis

Analisis *cluster* merupakan suatu teknik statistik yang mempunyai tujuan utama untuk mengelompokkan objek-objek yang memiliki kesamaan karakteristik. Objek

dikelompokkan memiliki paling dekat kesamaannya dengan objek lain berada dalam suatu kelompok yang sama relatif lebih homogen. Pada analisis *cluster* terdapat algoritma yang dapat digunakan, salah satunya, yaitu *agglomerative hierarchical cluster* (Fadliana & Rozi, 2015). *Cluster-cluster* yang terbentuk memiliki homogenitas internal dan heterogenitas eksternal yang tinggi. Langkah-langkah metode *agglomerative hierarchical clustering* adalah sebagai berikut.

1. Tentukan jumlah *cluster*;
2. Hitung jarak (*similarity*) antar *cluster*;
 Jarak yang sering digunakan adalah *Euclidean* (Endy Suherman et al., 2019; Fadliana & Rozi, 2015)

$$d_{ik} = \sqrt{\sum_j^p (X_{ij} - X_{kj})^2}; \tag{3}$$

dimana

d_{ik} = jarak *Euclidean* antara objek ke- i dengan objek ke- j

X_{ij} = objek ke- i pada variabel ke- j

X_{kj} = objek ke- k pada variabel ke- j

$i, k = 1, 2, \dots, n ; i \neq k$

$j = 1, 2, \dots, p$

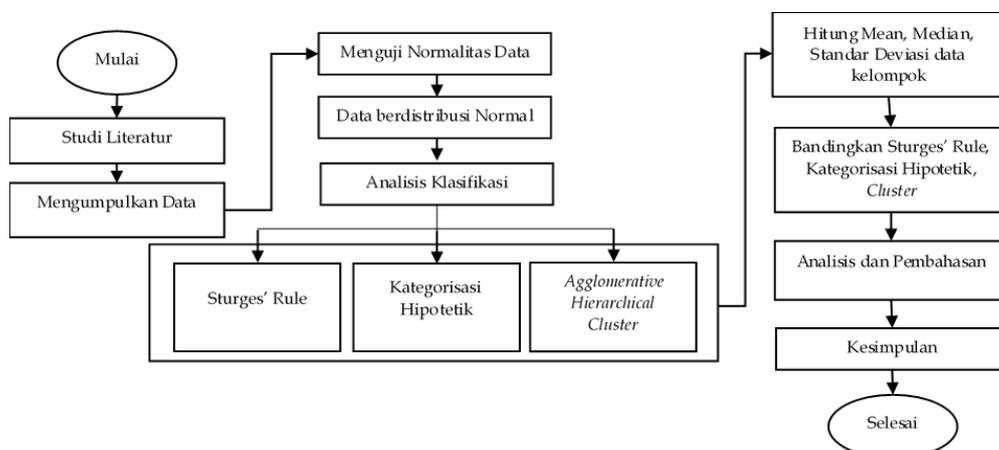
p = banyak variabel

3. Cari pasangan *cluster* terdekat dan gabungkan sehingga menjadi satu *cluster* baru;
4. Hitung jarak (*similarity*) antar *cluster* baru dengan tiap-tiap *cluster* yang lama. Hitung jarak menggunakan metode *agglomerative hierarchical clustering* yang telah ditentukan;
5. Ulangi langkah 3 dan 4 sampai semua data berada dalam sebuah *cluster* tunggal berukuran N atau proses dapat pula berhenti jika telah mencapai batasan kondisi tertentu;
6. Buat dendogram

Diagram Alur Penelitian

Pada pelaksanaan penelitian dibuat diagram alur penelitian disajikan dalam Gambar

1.



Gambar 1. Bagan Alur Penelitian Klasifikasi Kriteria Kemampuan Siswa

Langkah-langkah penelitian sesuai dengan bagan alur pelaksanaan klasifikasi kriteria kemampuan siswa untuk heterogenitas kelompok belajar diberikan sebagai berikut

1. Melakukan studi literatur;
2. Mengumpulkan data;
3. Menguji normalitas data;
4. Melakukan analisis klasifikasi kriteria kemampuan siswa menggunakan Sturges' Rule, kategorisasi hipotetik, dan *Agglomerative Hierarchical Cluster Analysis*;
5. Menghitung nilai mean, median, dan standar deviasi data kelompok;
6. Membandingkan hasil nilai mean, median, dan standar deviasi data kelompok hasil masing-masing metode analisis klasifikasi kriteria kemampuan siswa dengan data tunggal dengan menghitung selisih jarak. Hasil selisih jarak terkecil menunjukkan ukuran kebaikan metode analisis klasifikasi.
7. Analisa hasil dan pembahasan;
8. Kesimpulan.

Hasil dan Pembahasan

Pada pembahasan untuk klasifikasi data Penilaian Tengah Semester (PTS) dilakukan pendeskripsian data terlebih dahulu untuk mengetahui karakteristik siswa kelas VII-B SMP Muhammadiyah 10 Surabaya yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Deskripsi Data PTS Siswa VII-B SMP Muhammadiyah 10 Surabaya

Kelas	N	Range	Min	Max	Mean	SD
VII-B	28	60,00	27,00	87,00	51,71	17,24

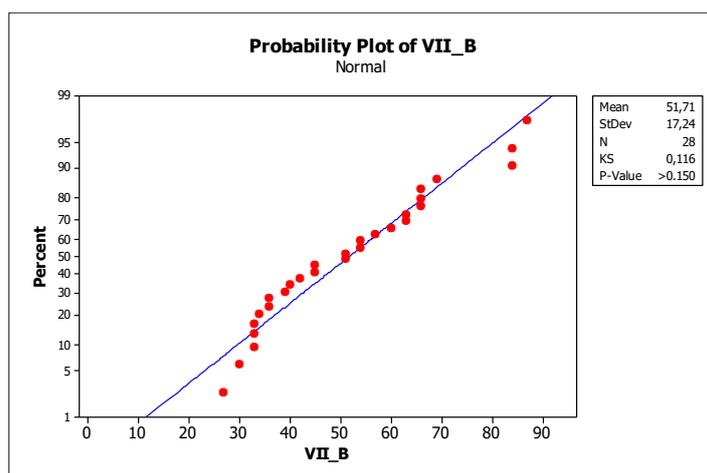
Tabel 2 menunjukkan bahwa jumlah siswa (N) kelas VII-B SMP Muhammadiyah 10 Surabaya adalah sebanyak 28 orang dengan nilai minimum PTS (X_{min}) sebesar 27,00; dan skor maksimal PTS (X_{max}) yaitu 87,00; dengan standar deviasi (SD) sebesar 17,24. Kriteria ketuntasan minimal (KKM) yang ditentukan oleh guru Matematika SMP Muhammadiyah 10 Surabaya adalah sebesar 70 ($KKM \geq 70$). Nilai PTS yang diolah adalah nilai mentah yang belum mendapatkan tambahan dari nilai tugas dan keaktifan siswa. Penggunaan nilai murni hasil PTS bertujuan agar ketika mengklasifikasikan siswa sesuai berdasarkan kriteria kemampuan siswa yang sebenarnya. Persentase ketuntasan siswa VII-B SMP Muhammadiyah 10 Surabaya diberikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Persentase Ketuntasan Nilai PTS Siswa VII-B SMP Muhammadiyah 10 Surabaya

KKM	Kriteria	Jumlah Siswa	Persentase Ketuntasan
$KKM < 70$	Tidak Tuntas	25 siswa	89,29%
$KKM \geq 70$	Tuntas	3 siswa	10,71%

Hasil ketuntasan nilai PTS siswa VII-B SMP Muhammadiyah 10 Surabaya pada Tabel 3 diperoleh persentase ketuntasan yang memenuhi KKM hanya sebesar 10,71%, hal ini menunjukkan bahwa sangat tidak terpenuhinya target ketuntasan yang ditetapkan oleh guru yaitu sebesar 75% siswa tuntas belajar. Tidak terpenuhinya ketuntasan belajar yang

ditetapkan oleh guru kemungkinan karena dalam KBM pada proses pembentukan kelompok siswa yang tidak sesuai dapat mengakibatkan tidak tercapainya tujuan pembelajaran. Oleh karena itu diperlukan metode klasifikasi berdasarkan kriteria kemampuan siswa untuk heterogenitas pembentukan kelompok. Selain itu juga diperlukan peran guru pada pembentukan kelompok kooperatif harus dapat memastikan bahwa masing-masing anggota semuanya berkontribusi secara kolaboratif dan aktif menyelesaikan tugasnya untuk memperoleh hasil yang maksimal (Nur Hadi & Juliani Noor, 2013). Heterogenitas dalam pembentukan kelompok diharapkan dapat memberikan keseimbangan trend dominasi siswa berkemampuan tinggi, memaksimalkan peran siswa berkemampuan sedang, dan memberikan motivasi adanya perbaikan sikap serta pemahaman untuk kaum minoritas yaitu siswa berkemampuan rendah (Aulia & Fatichatul, 2017). Setelah diberikan deskripsi data yang menunjukkan karakteristik siswa kelas VII-B SMP Muhammadiyah 10 Surabaya, maka langkah selanjutnya adanya menguji normalitas data nilai PTS. Hasil analisis uji distribusi data penelitian menggunakan Kolmogorov-Smirnov disajikan pada Gambar 2. Pengujian distribusi Normal pada Gambar 2 menunjukkan pada nilai PTS siswa VII-B SMP Muhammadiyah 10 Surabaya. Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa plot-plot merah terletak diantara garis linier yang terbentuk. Oleh karena itu, secara visual dapat dikatakan bahwa data nilai PTS siswa VII-B SMP Muhammadiyah 10 Surabaya adalah berdistribusi normal.



Gambar 2. Uji Normalitas data Nilai PTS Siswa VII-B SMP Muhammadiyah 10 Surabaya

Apabila dilihat dari hasil pengujian asumsi distribusi normal, didapatkan nilai p-value yang lebih besar dari $\alpha = 0,05$ yaitu 0,150.

Hopotesis:

H_0 : Data nilai PTS siswa VII-B SMP Muhammadiyah 10 Surabaya berdistribusi normal

H_1 : Data nilai PTS siswa VII-B SMP Muhammadiyah 10 Surabaya tidak berdistribusi normal

Daerah kritis:

- Jika p-value $< \alpha = 0,05$ maka tolak H_0
- Jika p-value $> \alpha = 0,05$ maka terima H_0

Oleh karena itu dapat diambil suatu keputusan bahwa data nilai PTS siswa VII-B SMP Muhammadiyah 10 Surabaya telah berdistribusi normal. Data penelitian berdistribusi normal sehingga pada data dapat dilakukan analisis parametrik.

Sturges' Rule

Klasifikasi kriteria kemampuan siswa berdasarkan langkah-langkah Sturges' Rule dari nilai PTS diperoleh Range (R) data sebesar 60,00; banyak kelas dengan menggunakan formulasi Sturges adalah 5,81 kelas yang berarti dapat dibagi menjadi 6 (enam) kelas. Panjang interval data (p) adalah 10,33 ~ 11. Hasil klasifikasi kriteria kemampuan siswa VII-B untuk pembentukan kelompok heterogen di SMP Muhammadiyah 10 Surabaya menggunakan Sturges' Rule disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Klasifikasi-1 Kriteria Kemampuan Siswa Menggunakan Sturges' Rule

Kelas	Interval	Frekuensi	Frekuensi Gabungan	Kriteria
1.	20 - 31	2	11	Rendah
2.	32 - 43	9		
3.	44 - 55	6	13	Sedang
4.	56 - 67	7		
5.	68 - 79	1	4	Tinggi
6.	80 -91	3		
Jumlah		28	28	

Pada Tabel 4 diberikan klasifikasi-1 karena tujuannya adalah ingin membagi siswa berdasarkan 3 (tiga) kategori yaitu kemampuan "Tinggi", kemampuan "Sedang", dan kemampuan "Rendah". Namun dengan menggunakan langkah-langkah Sturges' Rule diperoleh klasifikasi sebanyak 6 (enam) kelas. Oleh karena itu, pada kelas-1 dan kelas-2 ditentukan sebagai kriteria kemampuan "Rendah" dengan frekuensi sebanyak 11 siswa. Kelas-3 dan kelas-4 diklasifikasikan menjadi kategori kemampuan "Sedang" dengan frekuensi gabungan diperoleh sebanyak 13 siswa, serta untuk kelas-5 dan kelas-6 menjadi kriteria kemampuan "Tinggi" yaitu sebanyak 4 siswa. Hasil klasifikasi dengan Sturges' Rule dapat disajikan kembali pada Tabel 5.

Tabel 5. Klasifikasi-2 Kriteria Kemampuan Siswa Menggunakan Sturges' Rule

Kelas	Interval	Frekuensi	Kriteria
1.	20 - 43	11	Rendah
2.	44 - 67	13	Sedang
3.	68 - 91	4	Tinggi
Jumlah		28	

Tabel 5 merupakan klasifikasi-2 yaitu hasil penggabungan yang sudah disesuaikan berdasarkan 3 (tiga) kategori yaitu kemampuan "Tinggi", kemampuan "Sedang", dan kemampuan "Rendah". Interval untuk kriteria kemampuan "Rendah" adalah $20 \leq X \leq 43$, interval kriteria kemampuan "Sedang" yaitu $44 \leq X \leq 67$, dan interval kriteria kemampuan "Tinggi" diperoleh $68 \leq X \leq 91$.

Kategorisasi Hipotetik

Prosedur klasifikasi dengan menggunakan kategorisasi hipotetik berdasarkan nilai-nilai statistik pada Tabel 2 diperoleh mean (\bar{X}) sebesar 51,71 dengan standar deviasi (SD) yaitu 17,24. Hasil klasifikasi kriteria kemampuan siswa VII-B SMP Muhammadiyah 10 Surabaya menggunakan kategorisasi hipotetik disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Klasifikasi Kriteria Kemampuan Siswa Menggunakan Kategorisasi Hipotetik

Kelas	Interval	Frekuensi	Kriteria
1.	$X \leq 34,47$	6	Rendah
2.	$34,47 < X < 68,96$	18	Sedang
3.	$X \geq 68,96$	4	Tinggi
Jumlah		28	

Hasil klasifikasi menggunakan kategorisasi hipotetik pada Tabel 6 diperoleh interval untuk kriteria “Rendah” adalah $X \leq 34,47$ dengan jumlah siswa sebanyak 6 orang. Interval kriteria “Sedang” yaitu $34,47 < X < 68,96$ dengan frekuensi sebanyak 18 siswa, dan interval kriteria “Tinggi” dengan sejumlah 4 siswa yaitu $X \geq 68,96$.

Agglomerative Hierarchical Cluster Analysis

Analisis klasifikasi menggunakan *agglomerative hierarchical cluster* dapat mengelompokkan siswa-siswa yang memiliki kesamaan karakteristik, dalam hal ini akan ditentukan sebanyak 3 (tiga) *cluster*. Konsep dari metode hirarkis dimulai dengan menggabungkan 2 obyek yang paling mirip, kemudian gabungan 2 obyek tersebut akan bergabung lagi dengan satu atau lebih obyek yang paling mirip lainnya. Proses *clustering* ini pada akhirnya akan ‘menggumpal’ menjadi satu *cluster* besar yang mencakup semua obyek. Metode ini disebut juga sebagai “metode *agglomerative*” yang digambarkan dengan dendogram.

Klasifikasi menggunakan *agglomerative hierarchical cluster analysis* dengan software SPSS 16.0 diperoleh output “Proximities” pada Gambar 3.

Case Processing Summary^a

Cases					
Valid		Missing		Total	
N	Percent	N	Percent	N	Percent
28	100.0%	0	.0%	28	100.0%

a. Squared Euclidean Distance used

Gambar 3. Output *Case Processing Summary*

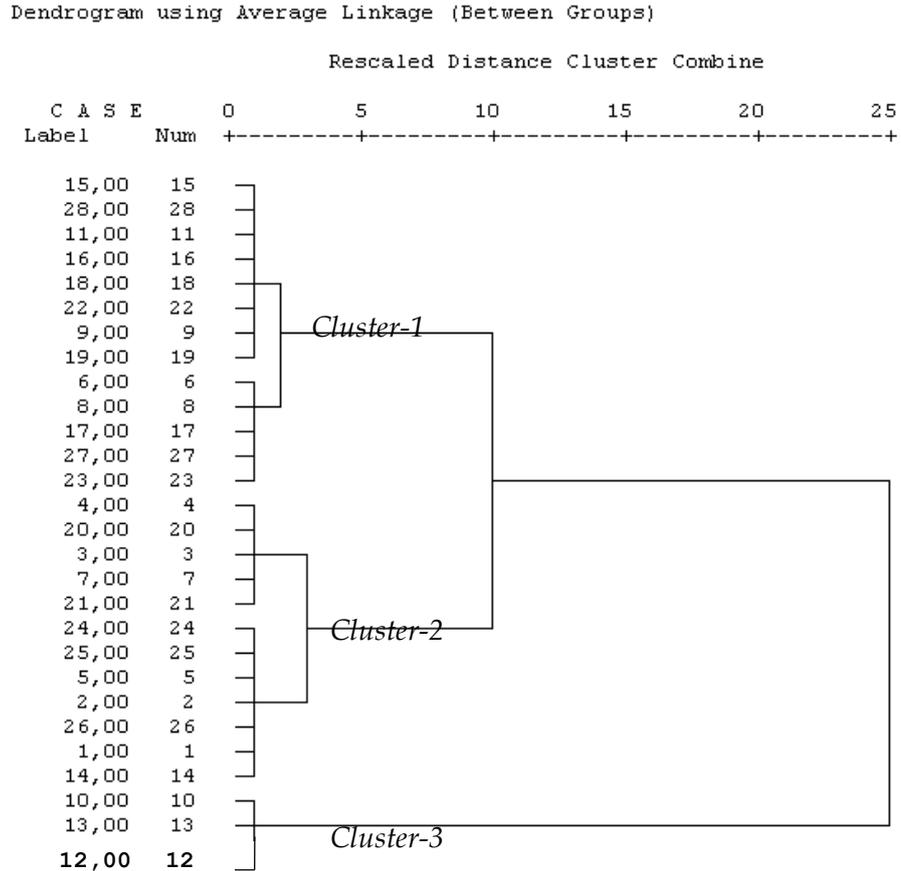
Output “Proximities” pada Gambar 3 dengan *case processing summary* menunjukkan bahwa semua data sejumlah 28 obyek telah diproses tanpa ada data yang *missing* atau hilang. Proses klasifikasi dengan aglomerasi akan menyatukan semua obyek menjadi satu *cluster*. Hanya saja dalam prosesnya dihasilkan beberapa *cluster* dengan masing-masing anggotanya, tergantung jumlah *cluster* yang dibentuk. Hasil analisis klasifikasi kriteria kemampuan siswa VII-B SMP Muhammadiyah 10 Surabaya menggunakan *agglomerative hierarchical cluster analysis* disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Klasifikasi Kriteria Kemampuan Siswa Menggunakan *Agglomerative Hierarchical Cluster Analysis*

<i>Cluster</i>	<i>Anggota</i>	<i>Frekuensi</i>	<i>Kriteria</i>	<i>Interval</i>
<i>Cluster-1</i>	S-9, S-19, S-11, S-15, S-28, S-16, S-18, S-22, S-17, S-27, S-23, S-6, S-8	13	Rendah	24 – 48
<i>Cluster-2</i>	S-3, S-7, S-20, S-4, S-21, S-5, S-24, S-25, S-1, S-2, S-26, S-14	12	Sedang	49 – 73
<i>Cluster-3</i>	S-10, S-13, S-12	3	Tinggi	74 – 98
	Jumlah	28		

Pada Tabel 7 diperoleh hasil analisis klasifikasi kriteria kemampuan siswa VII-B SMP Muhammadiyah 10 Surabaya menggunakan *agglomerative hierarchical cluster analysis* menunjukkan terdapat 3 (tiga) *cluster*. Pada *cluster-1* dikategorikan pada kriteria kemampuan “Rendah” dengan jumlah anggota sebanyak 13 siswa yaitu pada interval $24 \leq X \leq 48$. *Cluster-2* mengklasifikasikan siswa ke dalam kriteria “Sedang” dengan jumlah siswa sebanyak 12 orang pada interval $49 \leq X \leq 73$. Selanjutnya untuk *cluster-3* merupakan kategori dengan kriteria kemampuan “Tinggi” dengan interval $74 \leq X \leq 98$ yaitu sebanyak 3 siswa. Interval pada analisis *cluster* ditentukan dengan memperhatikan panjang interval dan penentuan batas bawah pada kelas pertama. Interval dalam kategori klasifikasi harus memiliki panjang yang sama, dalam Tabel 7 diberikan panjang interval sebesar 25 pada masing-masing *cluster*.

Pengelompokkan data PTS siswa kelas VII-B SMP Muhammadiyah 10 Surabaya menggunakan *agglomerative hierarchical cluster analysis*, setelah diperoleh hasil cluster berdasarkan nilai dengan ditentukannya kriteria kemampuan siswa yang disajikan pada Tabel 7. Selanjutnya, berdasarkan analisis menggunakan SPSS sesuai dengan langkah-langkah pelaksanaan klasifikasi kriteria kemampuan siswa untuk heterogenitas kelompok belajar diperoleh Dendrogram *cluster* data PTS siswa kelas VII-B SMP Muhammadiyah 10 Surabaya. Hasil *cluster* secara visual yaitu Dendrogram menggunakan *average linkage (between group)* disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Dendrogram Cluster Data PTS Siswa VII-B SMP Muhammadiyah 10 Surabaya

Hasil analisis klasifikasi kriteria kemampuan siswa VII-B SMP Muhammadiyah 10 Surabaya secara visual yaitu dengan Dendrogram menggunakan *average linkage (between group)* pada Gambar 4 diperoleh hasil *cluster* berdasarkan kemampuan siswa yang disajikan dalam matriks Tabel 8.

Tabel 8. Klasifikasi Kriteria Kemampuan Siswa Menggunakan Visualisasi Dendrogram Cluster

Cluster	Anggota	Frekuensi	Kriteria	Interval
Cluster-1	S-15, S-28, S-11, S-16, S-18, S-22, S-9, S-19, S-6, S-8, S-17, S-27, S-23	13	Rendah	24 - 48
Cluster-2	S-4, S-20, S-3, S-7, S-21, S-24, S-25, S-5, S-2, S-26, S-1, S-14	12	Sedang	49 - 73
Cluster-3	S-10, S-13, S-12	3	Tinggi	74 - 98
Jumlah		28		

Klasifikasi data Penilaian Tengah Semester (PTS) siswa kelas VII-B SMP Muhammadiyah 10 Surabaya menggunakan 3 (tiga) metode analisis yaitu Sturges' Rule, kategorisasi hipotetik, dan *agglomerative hierarchical cluster analysis* menghasilkan 3 kriteria kemampuan siswa yang dikategorikan menjadi kemampuan "Tinggi", "Sedang",

dan “Rendah” dengan interval yang berbeda pada masing-masing metode. Pada Tabel 5, Tabel 7, dan Tabel 8 (Dendogram *cluster*) walaupun terdapat perbedaan interval yang dihasilkan, namun jumlah frekuensi siswa hampir sama untuk masing-masing kriteria kemampuan siswa. Interval pada metode kategorik hipotetik memberikan hasil yang berbeda dengan frekuensi yang berbeda juga untuk jumlah frekuensi pada masing-masing kriteria jika dibandingkan dengan metode Sturges’ Rule dan *agglomerative hierarchical cluster analysis*.

Langkah penelitian selanjutnya adalah mengukur ketepatan klasifikasi berdasarkan penghitungan nilai mean, median, dan standar deviasi data kelompok. Pengukuran tersebut dilakukan bertujuan untuk mengevaluasi hasil metode analisis yang digunakan agar dapat dipilih metode yang sesuai dalam mengklasifikasikan kriteria kemampuan siswa untuk heterogenitas pembentukan kelompok. Perbandingan selisih nilai mean (rata-rata), nilai median, dan standar deviasi metode analisis Sturges’ Rule, kategorisasi hipotetik, dan *agglomerative hierarchical cluster analysis* disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Perbandingan Selisih Nilai Mean, Median, dan Standar Deviasi

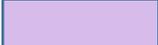
Item Komparasi	Metode Klasifikasi			Keterangan Lebih Baik
	Sturges	Kategorisasi Hipotetik	Cluster	
Mean	2,21	5,92	0,36	cluster
Median	1,96	1,25	1,13	cluster
Standar Deviasi	0,73	9,30	0,58	cluster

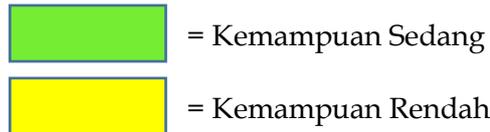
Pada Tabel 9 berdasarkan selisih nilai mean, median, dan standar deviasi didapatkan perbandingan keakuratan tabel distribusi frekuensi dengan metode *cluster* lebih akurat dari metode Sturges dan kategorisasi hipotetik. Interval yang dihasilkan dari analisis *cluster* memberikan hasil mendekati nilai mean, median, dan standar deviasi data nilai PTS siswa kelas VII-B SMP Muhammadiyah 10 Surabaya.

Hasil perbandingan keakuratan tabel distribusi frekuensi pada Tabel 9 dengan analisis *cluster* memberikan hasil mendekati nilai mean, median, dan standar deviasi data PTS yang sebenarnya, maka diberikan pembagian kelompok belajar secara heterogen berdasarkan klasifikasi kemampuan siswa pada Tabel 10.

Tabel 10. Heterogenitas Kelompok Belajar Siswa VII-B SMP Muhammadiyah 10 Surabaya

Kel-1	Kel-2	Kel-3	Kel-4	Kel-5	Kel-6	Kel-7
S-10	S-28	S-13	S-18	S-12	S-19	S-8
S-15	S-11	S-16	S-22	S-17	S-6	S-26
S-27	S-20	S-23	S-21	S-9	S-5	S-1
S-4	S-3	S-7	S-24	S-25	S-2	S-14

Keterangan:  = Kemampuan Tinggi



Pada Tabel 10 diberikan heterogenitas pembagian kelompok belajar berdasarkan klasifikasi kemampuan siswa kelas VII-B SMP Muhammadiyah 10 Surabaya. Kelompok belajar dibagi menjadi 7 (tujuh) kelompok dengan masing-masing kelompok beranggotakan 4 (empat) siswa dengan kemampuan yang heterogen yaitu “Kemampuan Tinggi”, “Kemampuan Sedang”, dan “Kemampuan Rendah”.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian klasifikasi dengan menggunakan Sturges’ Rule, kategorisasi hipotetik, dan *agglomerative hierarchical cluster analysis* diperoleh hasil masing-masing metode memberikan interval yang berbeda untuk menentukan kriteria kemampuan siswa. Pada Sturges’ Rule dan *agglomerative hierarchical cluster analysis* walaupun terdapat perbedaan interval yang dihasilkan, namun jumlah frekuensi siswa hampir sama untuk masing-masing kriteria kemampuan siswa. Sedangkan, interval pada metode kategorik hipotetik memberikan hasil yang berbeda dengan frekuensi yang berbeda juga untuk jumlah frekuensi pada masing-masing kriteria jika dibandingkan dengan metode Sturges’ Rule dan *agglomerative hierarchical cluster analysis*. Pengukuran ketepatan klasifikasi berdasarkan selisih nilai mean, median, dan standar deviasi didapatkan perbandingan keakuratan tabel distribusi frekuensi dengan metode *cluster* lebih akurat dari metode Sturges dan kategorisasi hipotetik. Interval yang dihasilkan dari analisis *cluster* memberikan hasil mendekati nilai mean, median, dan standar deviasi data nilai PTS siswa kelas VII-B SMP Muhammadiyah 10 Surabaya.

Daftar Rujukan

- Ali, I. (2021). *Pembelajaran Kooperatif (Cooperative Learning) Dalam Pengajaran Pendidikan Agama Islam*. 7(01).
- Ansyah, R., Safitri, J., & Zwagery, R. V. (2019). Hubungan Persepsi Co-Parenting Dengan Interaksi Teman Sebaya Pada Siswa Sekolah Menengah Pertama Negeri 2 Martapura. *Jurnal Kognisia*, 2(1). <https://doi.org/10.20527/jk.v2i1.1600>
- Aulia, J., & Fatchatul, F. (2017). Analisis Keaktifan Siswa Melalui Penerapan Model Teams Gamestournaments (TGT) Pada Materi Termokimia Kelas XI IPA 5 Di SMAN 15 Semarang. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan, Sains dan Teknologi*. Seminar Nasional Pendidikan, Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Semarang. <https://jurnal.unimus.ac.id/index.php/psn12012010/article/view/3086>
- Dewi, A. F., & Ahadiyah, K. (2022). Agglomerative Hierarchy Clustering Pada Penentuan Kelompok Kabupaten/Kota di Jawa Timur Berdasarkan Indikator Pendidikan. *Zeta - Math Journal*, 7(2), 57–63. <https://doi.org/10.31102/zeta.2022.7.2.57-63>
- Endy Suherman, Ermatita, E., & Sukemi, S. (2019). *Agglomerative Hierarchical Clustering Dengan Berbagai Pengukuran Jarak Dalam Mengklaster Daerah Berdasarkan Tingkat Kemiskinan*. 5(01).
- Fadliana, A., & Rozi, F. (2015). Penerapan Metode Agglomerative Hierarchical Clustering Untuk Klasifikasi Kabupaten/Kota Di Provinsi Jawa Timur Berdasarkan Kualitas

- Pelayanan Keluarga Berencana. *CAUCHY: Jurnal Matematika Murni dan Aplikasi*, 4(1).
<https://doi.org/10.18860/ca.v4i1.3172>
- Hermanto, R., & Harimurti, R. (2017). Penerapan Model Pembelajaran Student Centered Learning Berbasis Media Pembelajaran Google For Education Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Bidang Kejuruan Multimedia SMK Negeri 3 Surabaya. *IT-Edu: Jurnal Information Technology and Education*, 2(01).
<https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/it-edu/article/view/20239>
- Krishnan, S. (2015). Student-Centered Learning in a First Year Undergraduate Course. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 11(02).
<https://www.ijlter.org/index.php/ijlter/article/view/353>
- Luka, S. S. P., Candiasa, I. M., & Aryanto, K. Y. E. (2019). Analisis Pembentukan Kelompok Diskusi Panel Siswa Menggunakan Algoritma Fuzzy C-Means Dan K-Means. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 16(2).
<https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JPTK/article/view/18913>
- Nur Hadi, S., & Juliani Noor, A. (2013). Keefektifan Kelompok Belajar Siswa Berdasarkan Sosiometri dalam Menyelesaikan Soal Cerita Matematika di SMP. *EDU-MAT: Jurnal Pendidikan Matematika*, 1(1). <https://doi.org/10.20527/edumat.v1i1.564>
- Parahita, I. N., Santiyadnya, N., & Sutaya, I. W. (2019). Learning Community Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Perawatan PC. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro Undiksha*, 8(3). <https://doi.org/10.23887/jjpte.v8i3.23977>
- Sari, W. M., Darnius, O., & Sembiring, P. (2018). Perbandingan Keakuratan Dari Model Tabel Distribusi Frekuensi Berkelompok Antara Metode Sturges Dan Metode Scott. *Talenta Conference Series: Science and Technology (ST)*, 1(1), 001-009.
<https://doi.org/10.32734/st.v1i1.182>
- Wati, F., & Rivilla, S. R. (2017). Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Pada Mata Pelajaran Matematika Berdasarkan Kurikulum 2013 Di Kelas VII SMPN 13 Banjarmasin. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(2), 83.
<https://doi.org/10.18592/jpm.v2i2.1176>
- Wibowo, N. (2016). Upaya Peningkatan Keaktifan Siswa Melalui Pembelajaran Berdasarkan Gaya Belajar Di SMK Negeri 1 Saptosari. *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 1(2), 128-139. <https://doi.org/10.21831/elinvo.v1i2.10621>