

KLASTERISASI HUBUNGAN ANTARA KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS DAN KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF SISWA

Nahdiatul Latifa¹, David Pratama²

Pendidikan Matematika^{1,2}, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan^{1,2},

Universitas Singaperbangsa Karawang^{1,2}

2210631050090@student.unsika.ac.id¹, david.pratama@fkip.unsika.ac.id²

Abstrak

Di era saat ini, dua keterampilan penting yang harus dimiliki oleh seorang pelajar adalah komunikasi dan berpikir kreatif. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkategorikan keterampilan komunikasi matematis dan kemampuan berpikir kreatif siswa, serta untuk menentukan hubungan di antara keduanya. Pendekatannya adalah kuantitatif, menggunakan metode korelasional. Populasi penelitian terdiri dari seluruh siswa kelas X pada salah satu SMA Negeri di Karawang dan ukuran sampel yang digunakan sebanyak 82 siswa. Instrumen penelitian menggunakan tes berbasis uraian yang dirancang untuk menilai kemampuan komunikasi matematis dan kemampuan berpikir kreatif. Data dianalisis menggunakan *K-Means Clustering* dan uji korelasi *Rank Spearman* untuk memeriksa hubungan antara kemampuan komunikasi matematis dan kemampuan berpikir kreatif siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada setiap klaster ada hubungan antara kemampuan komunikasi matematis dan berpikir kreatif siswa, tetapi tidak signifikan secara statistik. Sebaliknya, pada keseluruhan sampel, terdapat hubungan positif antara kemampuan komunikasi matematis dan kemampuan berpikir kreatif di antara siswa. Dengan demikian, hubungan antara kemampuan komunikasi matematis dan berpikir kreatif siswa signifikan pada keseluruhan sampel, tetapi tidak pada setiap klasternya.

Kata Kunci: *Kemampuan Berpikir Kreatif, Kemampuan Komunikasi Matematis, K-Means.*

A. Pendahuluan

Pembelajaran matematika tidak semata-mata berfokus pada kemampuan berhitung dan menyelesaikan soal secara prosedural. Selain itu, diperlukan pengembangan kemampuan lain dalam diri siswa yang sangat penting untuk menyelesaikan permasalahan. Siswa sering kesulitan menyelesaikan masalah yang sulit atau tidak biasa saat belajar matematika (Nurkamilah & Afriansyah, 2021). Menurut Schoenfeld (2016), berpikir matematis adalah proses membentuk cara pandang yang matematis, menghargai proses matematisasi, serta memiliki motivasi

yang tinggi untuk menerapkannya. Sejalan dengan hal tersebut, kemampuan berpikir matematis siswa dapat berkembang secara lebih optimal apabila didukung oleh keterampilan komunikasi dan kreativitas dalam menyampaikan serta mengolah ide-ide matematika.

Kemampuan komunikasi matematis merujuk pada kecakapan siswa dalam menyampaikan gagasan atau menyajikan suatu permasalahan matematika melalui berbagai bentuk representasi secara lisan dan tertulis (Riyanti & Mardiani, 2021). Di Indonesia, kemampuan komunikasi siswa masih harus ditingkatkan, karena seperti yang dibuktikan pada penelitian Hakim dan Sopiany (2022) bahwa kebanyakan siswa mengalami kesulitan dalam mengkomunikasikan atau menjelaskan secara tertulis strategi yang digunakan untuk memecahkan soal, meskipun informasi yang mereka peroleh benar. Demikian pula, penelitian Suhenda dan Munandar (2023) menemukan bahwa banyak siswa masih belum memahami makna dan tujuan dari masalah, sehingga sulit bagi mereka untuk berkomunikasi secara matematis.

Menurut Kadir (2008) terdapat tiga indikator yang dapat diteliti dalam kemampuan komunikasi matematis yaitu, menulis (written text), menggambar (drawing), dan ekspresi matematika (mathematical expression). Pada indikator tulisan (written text), siswa menunjukkan kemampuan menjelaskan gagasan atau solusi dengan menggunakan bahasanya sendiri terkait suatu permasalahan. Sementara itu, pada indikator visual (drawing), siswa mengungkapkan ide atau penyelesaian melalui media gambar. Sedangkan pada indikator ekspresi matematika (mathematical expression), siswa mampu memformulasikan masalah beserta penyelesaiannya ke dalam bentuk model matematika. Dengan memenuhi ketiga indikator tersebut, siswa dapat dikatakan memiliki kemampuan komunikasi matematis yang baik.

Di sisi lain, terdapat kemampuan berpikir yang perlu dimiliki oleh siswa pada era ini yaitu kemampuan berpikir kreatif. Kemampuan berpikir kreatif adalah keterampilan kognitif untuk menghasilkan ide-ide baru secara lancar, fleksibel, dan orisinal melalui proses berpikir yang reflektif dan berkesinambungan, serta sangat penting untuk dikembangkan oleh semua siswa (Kadir et al., 2022). Silver (1997) mengemukakan pendapatnya bahwa kemampuan berpikir kreatif diukur dari 3

indikator yaitu, kefasihan (fluency), fleksibilitas (flexibility), dan kebaruan (novelty).

Kefasihan (fluency) merujuk pada kemampuan siswa untuk menyampaikan ide dalam menyelesaikan suatu permasalahan. Fleksibilitas (flexibility) menggambarkan kemampuan siswa untuk menjelaskan solusi dengan berbagai pendekatan dan memberikan setidaknya dua alternatif jawaban. Sedangkan kebaruan (novelty) mencerminkan kemampuan siswa untuk menyajikan solusi yang berbeda atau unik dibandingkan dengan sebagian besar siswa lainnya. Siswa yang memenuhi ketiga indikator ini dapat dianggap memiliki kemampuan berpikir kreatif.

Kemampuan berpikir kreatif siswa sebagian besar masih tergolong dalam kategori sedang dan rendah. Studi pendahuluan oleh Nuranggraeni (2020) menunjukkan bahwa dari 36 siswa yang diberikan tes kemampuan berpikir kreatif, sebanyak 24 siswa berada pada kategori sedang dan 6 siswa pada kategori rendah. Hal ini mengindikasikan bahwa siswa sepenuhnya belum menguasai indikator-indikator kemampuan berpikir kreatif. Hasil penelitiannya juga menyebutkan bahwa 60% sampel berada dalam kategori sedang. Kesulitan berpikir kreatif ini diduga disebabkan oleh ketidakpahaman siswa terhadap konsep dan prinsip materi sejak awal, sehingga mereka mengalami hambatan dalam memahami soal dan menyesuaikan penyelesaiannya secara tepat.

Meskipun keduanya memiliki peran penting dalam pembelajaran, penelitian mengenai hubungan antara kemampuan komunikasi matematis dan kemampuan berpikir kreatif masih terbatas. Penelitian ini hadir untuk mengisi celah tersebut dengan mengkaji hubungan kedua kemampuan melalui pendekatan klasterisasi. Klasterisasi merupakan teknik dalam data mining yang bertujuan mengelompokkan data ke dalam cluster berdasarkan karakteristik yang serupa, salah satunya melalui algoritma K-Means yang mempartisi data menjadi beberapa kelompok (Suputra et al., 2021). Metode K-Means Clustering bertujuan untuk mengelompokkan siswa berdasarkan pola kemampuan mereka, sehingga dapat diidentifikasi kecenderungan hubungan antara keduanya secara lebih eksploratif.

MacQueen (1967) menyatakan bahwa K-Means adalah algoritma partisi data yang bertujuan mengelompokkan data ke dalam k klaster dengan meminimalkan

varians dalam klaster (within-cluster variance). Penelitian yang dilakukan oleh Aditya dkk. (2020) menunjukkan bahwa K-Means cukup efektif mengelompokkan data, khususnya dalam konteks data hasil ujian nasional. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola klaster yang terbentuk berdasarkan kedua kemampuan tersebut melalui pendekatan algoritma K-Means serta mengkaji hubungan antara kemampuan komunikasi matematis dan kemampuan berpikir kreatif siswa.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini termasuk ke dalam penelitian korelasional, yaitu jenis penelitian yang bertujuan untuk menggambarkan arah serta tingkat kekuatan hubungan antara beberapa variabel dalam suatu kelompok tertentu (Pratama et al., 2023). Dengan menggunakan koefisien korelasi untuk menunjukkan sejauh mana hubungan antara kemampuan komunikasi matematis dan berpikir kreatif siswa. Penelitian ini menggunakan populasi seluruh siswa kelas X pada salah satu SMA Negeri di Karawang yang berjumlah 431 siswa. Sampel diambil menggunakan teknik *simple random sampling* dengan rumus berikut,

$$n = \frac{N}{1 + e^2 N},$$

dengan keterangan:

n = jumlah sampel penelitian

N = jumlah populasi

e^2 = eror atau kelonggaran telitian 10%.

Maka,

$$n = \frac{431}{1 + (0,1)^2 431} = 81,17 \approx 82,$$

Diperoleh sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah 82 siswa. Sejumlah sampel yang diperoleh akan diberikan instrumen tes mengenai materi statistika berupa 3 soal uraian dengan indikator kemampuan komunikasi matematis, dengan indikator kemampuan komunikasi yang digunakan adalah menulis (*written text*), menggambar (*drawing*), dan ekspresi matematika (*mathematical expression*)

(Kadir, 2008), serta 3 soal uraian dengan indikator kemampuan berpikir kreatif, berdasarkan indikator menurut Silver (1997) yaitu kefasihan (*fluency*), fleksibilitas (*flexibility*), dan kebaruan (*novelty*). Hasil jawaban tersebut dilakukan penskoran menggunakan rumus sebagai berikut,

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang diperoleh siswa}}{\text{Skor maksimum}} \times 100.$$

Selanjutnya, data hasil penilaian dari instrumen tes akan diklasifikasikan menggunakan metode *K-Means*. Metode ini mengelompokkan data berdasarkan kesamaan karakteristik atau atribut, sehingga data dalam satu klaster menunjukkan kesamaan sifat atau ciri. Pada tahap klasterisasi ini, data akan dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu klaster tinggi, sedang, dan rendah. Berikut langkah-langkahnya,

1. Tentukan jumlah klaster (k)

Langkah awal dalam proses ini adalah menentukan jumlah klaster yang diinginkan, misalnya 3 klaster (tinggi, sedang, dan rendah). Setelah itu, pilih secara acak sebanyak k titik awal yang akan dijadikan sebagai *centroid* awal.

2. Hitung jarak data ke *centroid*

Setiap data dihitung jaraknya ke masing-masing *centroid* menggunakan rumus jarak Euclidean. Rumus yang digunakan untuk menghitung jarak antara objek ke- i dan *centroid* klaster ke- l pada fitur ke- j adalah,

$$d^2(x_{i,j}, c_{l,j}) = \sum_{j=1}^m (x_{i,j} - c_{l,j})^2,$$

di mana $x_{i,j}$ adalah nilai variabel pada data ke- i dan fitur ke- j , serta $c_{l,j}$ adalah nilai *centroid* klaster ke- l pada fitur ke- j .

3. Tentukan klaster untuk tiap data

Setelah semua jarak dihitung, setiap data akan dimasukkan ke dalam klaster yang memiliki jarak terdekat ke *centroid*-nya. Ketentuan ini dijelaskan oleh fungsi keanggotaan $u_{i,j}$ yaitu,

$$\begin{cases} u_{i,l} = 1, \text{ jika } \sum_{j=1}^m d(x_{i,j}, c_{l,j}) \leq d(x_{i,j}, c_{t,j}), \text{ untuk } 1 \leq t \leq k \\ u_{i,l} = 0, t \neq l. \end{cases}$$

dengan demikian, setiap objek hanya dimasukkan ke dalam satu klaster saja.

4. Hitung ulang posisi *centroid*

Setelah semua data dikelompokkan ke dalam klaster masing-masing, maka langkah selanjutnya adalah memperbarui posisi *centroid* dengan cara menghitung rata-rata nilai dari seluruh data yang berada dalam klaster tersebut. Dengan rumus sebagai berikut,

$$c_{i,j} = \frac{\sum_{i=1}^n u_{i,l} x_{i,l}}{\sum_{i=1}^n u_{i,l}}, \text{ untuk } 1 \leq l \leq k \text{ dan } 1 \leq j \leq m.$$

5. Ulangi proses hingga konvergen

Proses dari langkah ke-2 hingga ke-4 diulang terus menerus hingga tidak ada lagi perubahan pada posisi *centroid*. Hal ini menunjukkan bahwa proses klasterisasi telah mencapai kondisi stabil (konvergen).

Proses pengelompokan ini bertujuan untuk meminimalkan fungsi objektif J dengan menggunakan dua variabel penelitian, yakni Kemampuan komunikasi matematis dan kemampuan berpikir kreatif sebagai berikut,

$$J(U, C) = \sum_{l=1}^k \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m u_{i,l} \times d(x_{i,j}, c_{l,j}),$$

dimana,

$l = 1, 2, \dots, k$ mewakili klaster (dengan k klaster yang sudah ditentukan)

$i = 1, 2, \dots, n$ mewakili data sampel yang digunakan

$j = 1, 2, \dots, m$ mewakili variabel yang sedang dikelompokkan.

Setelah proses klasterisasi telah mencapai kondisi stabil, proses selanjutnya adalah menganalisis hubungan antara seluruh sampel dengan variabel-variabel yang diteliti yaitu kemampuan komunikasi matematis dan kemampuan berpikir kreatif, serta hubungan tiap klasternya menggunakan pengujian korelasi *Rank Spearman* karena data tidak berdistribusi normal. Rumus yang digunakan adalah

rumus nilai yang mempunyai nilai kembar untuk menentukan nilai koefisien korelasi *Rank Spearman* yaitu sebagai berikut,

$$r_s = \frac{\sum x^2 + \sum y^2 - \sum d_i^2}{2\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}},$$

dimana

$$\sum x^2 = \frac{n^3 - n}{12} - \sum Tx, \quad \sum y^2 = \frac{n^3 - n}{12} - \sum Ty, \quad Tx = Ty = \frac{t^3 - t}{12},$$

dengan keterangan:

r_s = koefisien korelasi *Rank Spearman* yang menyatakan hubungan antara kemampuan komunikasi matematis dan berpikir kreatif siswa

d_i = selisih antara peringkat pada data

n = jumlah data

t = observasi yang sama.

Tingkat signifikansi adalah 5% atau 0,05 dan statistik uji dilakukan menggunakan rumus berikut,

$$t_{hitung} = r_s \sqrt{n - 1}.$$

Dalam pengujinya, hipotesis statistik memiliki kriteria pengujian sebagai berikut:

$t_{hitung} \leq t_{tabel}$, maka H_0 tidak ditolak dan H_1 ditolak

$t_{hitung} > t_{tabel}$, maka H_0 ditolak dan H_1 tidak ditolak

dimana,

H_0 : $r_s = 0$, tidak terdapat hubungan yang signifikan antara kemampuan komunikasi matematis dan kemampuan berpikir kreatif siswa,

H_1 : $r_s \neq 0$, terdapat hubungan yang signifikan antara kemampuan komunikasi matematis dan kemampuan berpikir kreatif siswa

Setelah nilai koefisien korelasi didapat, melalui interpretasi menurut Guilford Empirical Rules dalam Lestari & Yudhanegara (2017) seperti pada Tabel 1, akan terlihat tingkat hubungan antara dua kemampuan yang sedang diteliti.

Tabel 1. Interpretasi Korelasi

| Nilai Koefisien Korelasi (r_s) | Interpretasi |
|------------------------------------|------------------------------------|
| $0,00 < r_s < 0,20$ | Hubungan sangat lemah (diabaikan) |
| $0,20 \leq r_s < 0,40$ | Hubungan rendah |
| $0,40 \leq r_s < 0,70$ | Hubungan sedang/cukup |
| $0,70 \leq r_s < 0,90$ | Hubungan kuat/tinggi |
| $0,90 \leq r_s \leq 1,00$ | Hubungan sangat kuat/sangat tinggi |

Nilai koefisien korelasi dapat digunakan untuk mengetahui arah hubungan antara dua variabel. Korelasi bernilai positif menunjukkan bahwa kedua variabel memiliki hubungan yang searah, artinya peningkatan kemampuan berpikir kreatif akan diikuti oleh peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa, begitu juga sebaliknya. Sementara itu, korelasi bernilai negatif menggambarkan hubungan yang berlawanan arah, di mana peningkatan kemampuan berpikir kreatif justru diiringi dengan penurunan kemampuan komunikasi matematis, dan demikian pula sebaliknya. Apabila nilai korelasi sama dengan nol, maka hal ini mengindikasikan bahwa tidak terdapat hubungan antara kedua variabel tersebut. Jika hasil uji korelasi menunjukkan hubungan yang signifikan, maka besar pengaruh antara variabel dapat dihitung dengan menggunakan koefisien determinasi, $D = r_s^2 \times 100\%$ (Lestari & Yudhanegara, 2017)

C. Hasil Dan Pembahasan

Berdasarkan temuan penelitian, data dikumpulkan dari 82 siswa pada salah satu sekolah menengah negeri di Kabupaten Karawang yang telah menyelesaikan instrumen tes. Data tersebut mewakili nilai setiap siswa sebagai sampel. Selanjutnya, pendekatan *K-Means clustering* digunakan untuk membagi data menjadi tiga klaster, yaitu klaster 1 (kategori tinggi), klaster 2 (kategori menengah), dan klaster 3 (kategori rendah). Langkah klasterisasi dilakukan sebanyak empat iterasi sampai tidak terdapat perubahan pada setiap klaster nya, sejalan dengan penelitian Nayla (2023) bahwa iterasi akan dihentikan jika posisi klaster terakhir sama dengan posisi klaster sebelumnya. Berikut titik awal yang akan dijadikan sebagai *centroid* awal adalah,

Tabel 2. Data titik awal yang dijadikan sebagai centroid awal

| | 1 | 2 | 3 |
|--------------------------------------|----|----|----|
| Kemampuan Komunikasi Matematis (KKM) | 80 | 67 | 60 |
| Kemampuan Berpikir Kreatif (KBK) | 93 | 40 | 0 |

Penentuan *centroid* awal ditunjukkan pada Tabel 2. Data tersebut dipilih secara acak dari variabel kemampuan komunikasi matematis dan kemampuan berpikir kreatif, kemudian digunakan dalam pengelompokan awal sebelum proses iterasi dimulai. Pada variabel kemampuan komunikasi matematis, nilai pusat awal masing-masing klaster adalah 80 (klaster 1), 67 (klaster 2), dan 60 (klaster 3). Sementara itu, pada variabel kemampuan berpikir kreatif, nilai pusat awal masing-masing klaster adalah 93 (klaster 1), 40 (klaster 2), dan 0 (klaster 3). Proses perhitungan dimulai dengan menghitung jarak setiap titik data terhadap masing-masing *centroid*, kemudian setiap titik ditempatkan pada centroid terdekat. Selanjutnya, posisi *centroid* diperbarui dengan menghitung rata-rata seluruh titik dalam klaster tersebut. Langkah ini diulang hingga jumlah anggota tiap klaster tidak mengalami perubahan. Berdasarkan hasil perhitungan, proses konvergensi terjadi pada iterasi keempat. Pada tiga iterasi awal, perubahan posisi *centroid* belum signifikan. Iterasi berhenti pada tahap keempat dengan menghasilkan *centroid* akhir sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. *Centroid* akhir

| | 1 | 2 | 3 |
|--------------------------------------|----|----|----|
| Kemampuan Komunikasi Matematis (KKM) | 77 | 69 | 33 |
| Kemampuan Berpikir Kreatif (KBK) | 92 | 39 | 3 |

Berdasarkan Tabel 3 tersebut, diperoleh pengelompokan pada setiap klasternya adalah sebagai berikut.

- Klaster 1 (C1) terdiri 36 data yang berarti bahwa berdasarkan kombinasi nilai kemampuan komunikasi matematis dan kemampuan berpikir kreatif, 36 siswa tergolong dalam kategori tinggi.
- Klaster 2 (C2) terdiri 17 data yang berarti bahwa berdasarkan kombinasi nilai kemampuan komunikasi matematis dan kemampuan berpikir kreatif, 17 siswa tergolong dalam kategori sedang.

- c. Klaster 3 (C3) terdiri 29 data yang berarti bahwa berdasarkan kombinasi nilai kemampuan komunikasi matematis dan kemampuan berpikir kreatif, 29 siswa tergolong dalam kategori rendah.

Hasil ini menunjukkan bahwa metode *K-Means Clustering* berhasil mengelompokkan siswa menjadi tiga kategori berdasarkan kemampuan komunikasi matematis dan kemampuan berpikir kreatif. Setelah melakukan pengelompokan data menggunakan *K-Means Clustering*, langkah selanjutnya adalah melakukan uji korelasi *Rank Spearman* untuk mengetahui hubungan antara kedua variabel tersebut. Uji korelasi ini diterapkan pada masing-masing klaster serta keseluruhan data sampel. Penyajian hasil uji korelasi diawali dengan setiap klaster secara terpisah. Berikut disajikan hasil uji korelasi untuk klaster 1.

Tabel 4. Data Pengujian *Rank Spearman* pada Klaster 1

| No. | Notasi Statistik | Hasil Statistik |
|-----|------------------|-----------------|
| 1. | n | 36 |
| 2. | $\sum d_i^2$ | 6017 |
| 3. | $\sum T_x$ | 118 |
| 4. | $\sum T_y$ | 315 |
| 5. | $\sum x^2$ | 3767 |
| 6. | $\sum y^2$ | 3570 |
| 7. | df | 34 |
| 8. | α | 0,05 |
| 9. | t_{tabel} | 2,032 |
| 10. | r_s | 0,180 |
| 11. | t_{hitung} | 1,60 |

Berdasarkan perhitungan korelasi Rank Spearman pada klaster 1 yang disajikan pada Tabel 4, diperoleh $t_{hitung} \leq t_{tabel}$ dan $r_s \neq 0$, sehingga H_0 tidak ditolak dan H_1 ditolak. Dengan tingkat kepercayaan 95%, dapat disimpulkan adanya hubungan, tetapi tidak signifikan antara kemampuan komunikasi matematis dan kemampuan berpikir kreatif pada klaster 1. Nilai koefisien korelasi yang diperoleh adalah 0,180 berada pada $0,00 < r_s < 0,20$, menunjukkan bahwa kekuatan hubungan antara kemampuan komunikasi matematis dan kemampuan berpikir kreatif berada dalam kategori sangat lemah (diabaikan). Koefisien korelasi yang bernilai positif, mengindikasikan bahwa arah hubungan antara kemampuan komunikasi matematis dan kemampuan berpikir kreatif adalah searah, yang artinya peningkatan nilai kemampuan komunikasi matematis diikuti dengan peningkatan

nilai kemampuan berpikir kreatif, begitupun sebaliknya. Setelah memaparkan hasil pada klaster 1, berikut disajikan hasil uji korelasi untuk klaster 2.

Tabel 5. Data Pengujian *Rank Spearman* pada Klaster 2

| No. | Notasi Statistik | Hasil Statistik |
|-----|------------------|-----------------|
| 1. | n | 17 |
| 2. | $\sum d_i^2$ | 767,5 |
| 3. | $\sum T_x$ | 21 |
| 4. | $\sum T_y$ | 17,5 |
| 5. | $\sum x^2$ | 387 |
| 6. | $\sum y^2$ | 390,5 |
| 7. | df | 15 |
| 8. | α | 0,05 |
| 9. | t_{tabel} | 2,13 |
| 10. | r_s | 0,013 |
| 11. | t_{hitung} | 0,051 |

Berdasarkan perhitungan korelasi Rank Spearman pada klaster 2 yang disajikan pada Tabel 5, diperoleh $t_{hitung} \leq t_{tabel}$ dan $r_s \neq 0$, sehingga H_0 tidak ditolak dan H_1 ditolak. Dengan tingkat kepercayaan 95%, dapat disimpulkan adanya hubungan tetapi tidak signifikan antara kemampuan komunikasi matematis dan kemampuan berpikir kreatif pada klaster 2. Nilai koefisien korelasi yang diperoleh adalah 0,013 berada pada $0,00 < r_s < 0,20$, menunjukkan bahwa kekuatan hubungan antara kemampuan komunikasi matematis dan kemampuan berpikir kreatif berada dalam kategori sangat lemah (diabaikan). Koefisien korelasi yang bernilai positif, mengindikasikan bahwa arah hubungan antara kemampuan komunikasi matematis dan kemampuan berpikir kreatif adalah searah, yang artinya peningkatan kemampuan komunikasi matematis diikuti dengan peningkatan nilai kemampuan berpikir kreatif, begitupun sebaliknya. Setelah memaparkan hasil pada klaster 2, berikut disajikan hasil uji korelasi untuk klaster 3.

Tabel 6. Data Pengujian *Rank Spearman* pada Klaster 3

| No. | Notasi Statistik | Hasil Statistik |
|-----|------------------|-----------------|
| 1. | n | 29 |
| 2. | $\sum d_i^2$ | 2899 |
| 3. | $\sum T_x$ | 88 |
| 4. | $\sum T_y$ | 1305 |
| 5. | $\sum x^2$ | 1942 |
| 6. | $\sum y^2$ | 725 |
| 7. | df | 27 |
| 8. | α | 0,05 |
| 9. | t_{tabel} | 2,05 |
| 10. | r_s | -0,098 |
| 11. | t_{hitung} | -0,517 |

Berdasarkan perhitungan korelasi Rank Spearman pada klaster 3 yang disajikan pada Tabel 6, diperoleh $t_{hitung} \leq t_{tabel}$ dan $r_s \neq 0$, sehingga H_0 tidak ditolak dan H_1 ditolak. Dengan tingkat kepercayaan 95%, dapat disimpulkan adanya hubungan tetapi tidak signifikan antara kemampuan komunikasi matematis dan kemampuan berpikir kreatif pada klaster 3. Nilai koefisien korelasi yang diperoleh adalah -0,098, mengindikasikan bahwa arah hubungan antara kemampuan komunikasi matematis dan kemampuan berpikir kreatif adalah berlawanan karena bernilai negatif, yang artinya peningkatan nilai kemampuan komunikasi matematis diikuti dengan penurunan nilai kemampuan berpikir kreatif, begitupun sebaliknya. Setelah memaparkan hasil pada klaster 3, berikut disajikan hasil uji korelasi untuk seluruh sampel.

Tabel 7. Data Pengujian *Rank Spearman* pada Seluruh Sampel

| No. | Notasi Statistik | Hasil Statistik |
|-----|------------------|-----------------|
| 1. | n | 82 |
| 2. | $\sum d_i^2$ | 22385 |
| 3. | $\sum T_x$ | 554 |
| 4. | $\sum T_y$ | 1658,5 |
| 5. | $\sum x^2$ | 45386,5 |
| 6. | $\sum y^2$ | 44282 |
| 7. | df | 80 |
| 8. | α | 0,05 |
| 9. | t_{tabel} | 1,99 |
| 10. | r_s | 0,75 |
| 11. | t_{hitung} | 6,75 |

Berdasarkan perhitungan korelasi Rank Spearman pada seluruh sampel yang disajikan pada Tabel 7, diperoleh $t_{hitung} > t_{tabel}$ dan $r_s \neq 0$, sehingga H_0 ditolak dan H_1 tidak ditolak. Dengan tingkat kepercayaan 95%, dapat disimpulkan adanya hubungan yang signifikan antara kemampuan komunikasi matematis dan kemampuan berpikir kreatif pada seluruh sampel. Nilai koefisien korelasi yang diperoleh adalah 0,75 berada pada $0,70 \leq r_s < 0,90$, menunjukkan bahwa kekuatan hubungan antara kemampuan komunikasi matematis dan kemampuan berpikir kreatif berada dalam kategori kuat/tinggi. Koefisien korelasi yang bernilai positif, mengindikasikan bahwa arah hubungan antara kemampuan komunikasi matematis dan kemampuan berpikir kreatif adalah searah, yang artinya peningkatan kemampuan komunikasi matematis diikuti dengan peningkatan nilai kemampuan berpikir kreatif, begitupun sebaliknya. Selanjutnya, besar pengaruh kemampuan komunikasi matematis terhadap kemampuan berpikir kreatif pada klaster rendah

dihitung oleh determinasi adalah $D = 0,75^2 \times 100\% = 56,25\%$, begitupun pengaruh kemampuan berpikir kreatif terhadap kemampuan komunikasi matematis. Oleh karena itu, pengaruh faktor lain selain dua kemampuan tersebut adalah sebesar 43,75%. Sama halnya dengan penelitian Laia dan Harefa (2021) bahwa faktor lain memungkinkan menjadi pengaruh lain selain faktor dari kemampuan tersebut.

Hasil uji korelasi pada setiap klaster menunjukkan adanya hubungan antara kemampuan komunikasi matematis dan kemampuan berpikir kreatif, tetapi tidak signifikan karena nilai $t_{hitung} \leq t_{tabel}$ dan $r_s \neq 0$. Artinya, walaupun ada kecenderungan hubungan di setiap klaster, bukti yang ada belum cukup kuat untuk memastikan bahwa hubungan tersebut benar-benar terjadi secara signifikan. Dengan kata lain, meskipun terdapat kecenderungan kedua kemampuan ini saling berkaitan di setiap klaster, bukti statistik yang ada belum cukup kuat untuk menyimpulkan bahwa hubungan tersebut benar-benar signifikan, sehingga keterkaitan yang tampak dapat saja disebabkan oleh faktor kebetulan atau variabel lain yang tidak diukur dalam penelitian ini.

Hasil uji korelasi menunjukkan bahwa pada keseluruhan sampel, terdapat hubungan searah yang kuat atau tinggi antara kemampuan komunikasi matematis dan kemampuan berpikir kreatif, dengan nilai koefisien korelasi *Rank Spearman* (r_s) sebesar 0,75. Berdasarkan Tabel 1 interpretasi korelasi, nilai ini termasuk dalam kategori kuat/tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa secara umum, siswa yang memiliki kemampuan komunikasi matematis tinggi cenderung pula memiliki kemampuan berpikir kreatif yang tinggi.

Perbedaan ini menunjukkan bahwa hubungan antara kemampuan berpikir kreatif dan komunikasi matematis tidak bersifat universal atau merata di seluruh klaster siswa, melainkan bergantung pada karakteristik khas masing-masing kelompok. Penelitian yang dilakukan oleh Kadir dkk. (2022) menemukan bahwa siswa sering mengalami kesulitan dalam mengutarakan ide secara mandiri ketika menghadapi soal terbuka. Hal ini disebabkan oleh kurangnya pembiasaan, ketergantungan pada solusi rutin, dan minimnya kepercayaan diri untuk mencoba pendekatan baru. Situasi ini sejalan dengan kondisi siswa di klaster rendah, yang kemungkinan besar memiliki keterbatasan dalam menggali dan mengomunikasikan

ide, sehingga hubungan antara kemampuan komunikasi dan kreativitas matematis tidak tampak secara signifikan.

Sementara itu, temuan Syafina dan Pujiastuti (2020) menegaskan bahwa pemberian soal yang terbuka dan menantang sangat diperlukan untuk memungkinkan siswa mengembangkan dan menyampaikan pemikirannya secara eksploratif. Hal ini berpotensi mendukung kemunculan hubungan antara kemampuan berpikir kreatif dan komunikasi matematis, sebagaimana yang teridentifikasi pada siswa klaster sedang. Siswa dalam klaster ini kemungkinan telah memiliki tingkat kematangan kognitif dan afektif yang cukup untuk merespons soal dengan cara-cara yang kreatif sekaligus komunikatif.

Secara teoritis, hubungan antara kemampuan berpikir kreatif dan komunikasi matematis dijelaskan oleh Silver (1997) dalam “Fostering Creativity through Instruction Rich in Mathematical Problem *Solving and Problem Posing*” yang menekankan bahwa latihan matematika yang kaya akan *problem solving* dan *problem soving* mendorong penemuan ide-ide baru dalam berpikir kreatif. Sementara itu, NCTM (2000) mendefinisikan komunikasi matematis sebagai kemampuan untuk menyusun dan menyampaikan ide secara lisan, tertulis, atau visual, yang sejalan dengan ini, karena soal terbuka memungkinkan integrasi kedua keterampilan tersebut. Ini konsisten dengan konsep bahwa tugas terbuka memungkinkan siswa menggabungkan kreativitas dan komunikasi, terutama pada tingkat kematangan kognitif tertentu.

Penelitian lain tentang kreativitas dalam pendidikan matematika oleh Leikin dan Levav-Waynberg (2007) menemukan bahwa jenis soal memainkan peran penting, dengan soal terbuka mendukung komunikasi eksploratif. Namun, hubungan ini tidak merata di semua tingkat kemampuan siswa, siswa berprestasi tinggi mungkin lebih mandiri, sedangkan siswa rendah membutuhkan dukungan tambahan. Dengan demikian, hasil penelitian ini selaras dan memperkuat temuan-temuan sebelumnya, terutama dalam hal karakteristik siswa dan jenis soal memainkan peran penting dalam membentuk keterkaitan antara kemampuan berpikir kreatif dan kemampuan komunikasi matematis. Hal ini menegaskan bahwa hubungan antara kedua kemampuan tersebut tidak merata di semua tingkat kemampuan siswa.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang diperoleh terhadap tes uraian kemampuan komunikasi matematis dan kemampuan berpikir kreatif pada 82 siswa di salah satu SMA Negeri di Kabupaten Karawang, ditemukan hubungan yang signifikan antara dua kemampuan tersebut dengan korelasi yang kuat pada keseluruhan sampel, ditunjukkan oleh nilai koefisien korelasi sebesar 0,75. Namun, ketika dianalisis berdasarkan klaster, tidak ditemukan hubungan yang signifikan pada kelompok siswa berkemampuan tinggi, sedang, maupun rendah. Temuan ini menunjukkan bahwa hubungan antara kemampuan komunikasi matematis dan kemampuan berpikir kreatif bersifat kontekstual, tidak merata di semua kelompok siswa, dan dapat dipengaruhi oleh karakteristik masing-masing klaster. Selain itu, hasil ini juga menunjukkan bahwa hubungan searah antara kedua kemampuan hanya tampak nyata pada analisis keseluruhan sampel. Peneliti menyarankan agar penelitian selanjutnya dilakukan dengan materi yang bervariasi dan mempertimbangkan variabel lain yang berpotensi memengaruhi kemampuan-kemampuan yang diteliti.

Daftar Pustaka

- Aditya, A., Jovian, I., & Sari, B. N. (2020). Implementasi K-Means Clustering Ujian Nasional Sekolah Menengah Pertama di Indonesia Tahun 2018/2019. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 4(1), 51. <https://doi.org/10.30865/mib.v4i1.1784>
- Hakim, A. K., & Sopiany, H. N. (2022). Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa SMAN 2 Klari pada Materi Statistika Menurut Teori Brunner. *Jurnal Educatio FKIP UNMA*, 8(2), 434–443. <https://doi.org/10.31949/educatio.v8i2.1974>
- Kadir. (2008). Kemampuan Komunikasi Matematik dan Keterampilan Sosial Siswa dalam Pembelajaran Matematika. *Semnas Matematika dan Pendidikan Matematika 2008*, 2, 339–350.
- Kadir, I. A., Machmud, T., Usman, K., & Katili, N. (2022). Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa Pada Materi Segitiga. *Jambura Journal of Mathematics Education*, 3(2), 128–138. <https://doi.org/10.34312/jmathedu.v3i2.16388>
- Laia, H. T., & Harefa, D. (2021). Hubungan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis dengan Kemampuan Komunikasi Matematik Siswa. *Aksara: Jurnal Ilmu Pendidikan Nonformal*, 7(2), 463.

<https://doi.org/10.37905/aksara.7.2.463-474.2021>

- Leikin, R., & Levav-Waynberg, A. (2007). Exploring mathematics teacher knowledge to explain the gap between theory-based recommendations and school practice in the use of connecting tasks. *Educational Studies in Mathematics*, 66(3), 349–371. <https://doi.org/10.1007/s10649-006-9071-z>
- Lestari, K. E., & Yudhanegara, M. R. (2017). Penelitian Pendidikan Matematika. Bandung: PT Refika Aditama
- MacQueen, J. (1967). Some Methods for Classification and Analysis of Multivariate Observations. *Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, Volume 1: Statistics*, 5(1), 281–297. <https://doi.org/10.1007/s11665-016-2173-6>
- NCTM. (2000). Principles and Standards for School Mathematics. In Reston. <https://bibliotecadigital.mineduc.cl/bitstream/handle/20.500.12365/17719/Principles and Standards for School Mathematics.pdf>
- Nur Afidah, N. (2023). Penerapan Metode Clustering dengan Algoritma K-means untuk Pengelompokan Data Migrasi Penduduk Tiap Kecamatan di Kabupaten Rembang. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 6, 729–738. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/>
- Nuranggraeni, E., Effendi, K. N. S., & Sutirna, S. S. (2020). Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Ditinjau dari Kesulitan Belajar Siswa. *JP3M (Jurnal Penelitian Pendidikan dan Pengajaran Matematika)*, 6(2), 107–114. <https://doi.org/10.37058/jp3m.v6i2.2066>
- Nurkamilah, P., & Afriansyah, E. A. (2021). Analisis Miskonsepsi Siswa pada Bilangan Berpangkat. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(1), 49–60. <https://doi.org/10.31980/mosharafa.v10i1.818>
- Pratama, R., Aisyah, S. A., Putra, A. M., Sirodj, R. A., & Afgan, M. W. (2023). Correlational Research. *JIIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 6(3), 1754–1759. <https://doi.org/10.54371/jiip.v6i3.1420>
- Riyanti, R., & Mardiani, D. (2021). Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa antara Model Pembelajaran Course Review Horay dan STAD. *Plusminus: Jurnal Pendidikan Matematika*, 1(1), 125–134. <https://doi.org/10.31980/plusminus.v1i1.883>
- Schoenfeld, A. H. (2016). Learning to Think Mathematically: Problem Solving, Metacognition, and Sense Making in Mathematics (Reprint). *Journal of Education*, 196(2), 1–38. <https://doi.org/10.1177/002205741619600202>
- Silver, E. A. (1997). Fostering Creativity through Instruction Rich in Mathematical Problem Solving and Problem Posing. *ZDM - International Journal on Mathematics Education*, 29(3), 75–80. <https://doi.org/10.1007/s11858-997-0003-x>

- Suhenda, L. L. A., & Munandar, D. R. (2023). Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Dalam Pembelajaran Matematika. *Jurnal Educatio FKIP UNMA*, 9(2), 1100–1107. <https://doi.org/10.31949/educatio.v9i2.5049>
- Suputra, I., Candiasa, I., & Suryawan, I. (2021). Klasterisasi Hasil Ujian Nasional SMA/MA dengan Algoritma K-Means. *Wahana Matematika dan Sains: Jurnal Matematika, Sains, dan Pembelajarannya*, 15(1), 22–30. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JPM/article/view/25380>
- Syafina, V., & Pujiastuti, H. (2020). Analisis Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa pada Materi Spldv. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 7(2), 118–125. <https://www.neliti.com/publications/502800/analisis-kemampuan-komunikasi-matematis-siswa-pada-materi-spldv>.