



Analisis *Cluster* dan Hubungan antara *Procedural Fluency* dengan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMP

Rifdatul Maula*

Universitas Singaperbangsa Karawang, *Penulis Korespondensi: 2310631050104@student.unsika.ac.id

Mokhamad Ridwan Yudhanegara

Universitas Singaperbangsa Karawang

ABSTRAK

Tujuan utama dari studi ini yaitu mengidentifikasi adanya keterkaitan antara kemampuan *procedural fluency* dengan kemampuan berpikir kreatif matematika pada siswa SMP. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas IX di salah satu SMP yang ada di Karawang. Sampel penelitian berjumlah 30 siswa yang dipilih melalui teknik *purposive sampling*, dengan pertimbangan kesesuaian karakteristik siswa terhadap tujuan penelitian. Data diperoleh dari tes tertulis yang telah melalui uji validitas isi berdasarkan penilaian ahli untuk memastikan kesesuaian instrumen dengan indikator kemampuan *procedural fluency* serta kemampuan berpikir kreatif matematika. Proses analisis data dilakukan melalui penerapan algoritma *K-means clustering* untuk mengelompokkan siswa sesuai dengan tingkat kemampuan mereka, serta metode korelasi *rank spearman* digunakan dalam studi ini untuk mengidentifikasi tingkat hubungan antara variabel satu dengan variabel lainnya. Hasil pengelompokan menunjukkan tiga kelompok kemampuan, yaitu cukup (2 siswa), baik (18 siswa), dan sangat baik (10 siswa). Data dianalisis dengan metode *rank spearman* untuk mengidentifikasi hubungan antar variabel. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat hubungan atau keterkaitan yang kuat serta signifikan antara *procedural fluency* dan kemampuan berpikir kreatif matematika secara keseluruhan. Pada kelompok baik, hubungan tersebut tergolong kuat dan signifikan, sedangkan pada kelompok sangat baik hubungan tersebut bersifat positif tetapi tidak signifikan. Variasi kekuatan hubungan pada tiap kluster mengindikasikan perlunya penelitian lanjutan yang melibatkan variabel lain untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif.

Kata kunci: Algoritma *k-means clustering*, kemampuan berpikir kreatif, *procedural fluency*

PENDAHULUAN

Peraturan Menteri Pendidikan Nasional yang dikeluarkan tahun 2006 mengenai standar konten menetapkan bahwa pengajaran matematika hendaknya mengutamakan pendekatan pemecahan masalah. Pendekatan tersebut meliputi permasalahan dengan jawaban tunggal, permasalahan dengan berbagai kemungkinan jawaban, serta permasalahan yang dapat diselesaikan melalui berbagai metode. Selain itu, sesuai dengan Permendiknas Nomor 22 Tahun 2006 mengenai standar konten, menyatakan bahwa salah satu sasaran dari pembelajaran matematika adalah agar siswa bisa mengerti langkah-langkah serta menemukan aplikasi matematika dalam aktivitas sehari-hari. Hal ini terlihat dari ketertarikan, perhatian, dan rasa ingin tahunya yang dimiliki terhadap pelajaran matematika, khususnya ketika mereka mengerjakan soal-soal. Oleh karena itu, proses pembelajaran matematika menjadi lebih berarti ketika pengajar mendampingi siswa dan melibatkan mereka dalam berbagai kegiatan guna mengeksplorasi dan memahami materi. Siswa pun dapat mengalami peningkatan dalam pemahaman matematika mereka (Mailantri *et al*, 2020).

Pembelajaran matematika pada jenjang sekolah menengah pertama tidak hanya berorientasi pada penguasaan konsep dan keterampilan berhitung, tetapi juga diarahkan untuk mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, seperti pemecahan masalah, penalaran, dan kreativitas. Hal ini sejalan dengan tujuan pembelajaran matematika yang menekankan pentingnya kemampuan siswa dalam memahami, menerapkan, dan mengaitkan

konsep serta prosedur matematika dalam berbagai situasi. Oleh karena itu, pengembangan kemampuan prosedural dan kemampuan berpikir kreatif menjadi dua aspek penting yang perlu diperhatikan secara seimbang dalam pembelajaran matematika.

Dalam pembelajaran matematika, penguasaan terhadap prosedur penyelesaian masalah merupakan aspek penting yang harus dikembangkan oleh siswa. Kemampuan ini dikenal sebagai *procedural fluency*, yakni kecakapan dalam memilih dan menerapkan langkah-langkah penyelesaian secara tepat, efisien, fleksibel, dan akurat. Dengan memiliki kemampuan tersebut, siswa tidak hanya menghafal urutan prosedur, tetapi juga memahami kapan dan bagaimana suatu langkah digunakan sesuai konteks permasalahan yang dihadapi.

Menurut *National Council of Teachers of Mathematics* Rote & Position (2020), *procedural fluency* berarti kemampuan siswa untuk menguasai dan menerapkan berbagai langkah atau prosedur secara tepat, cepat, dan fleksibel sesuai dengan konteks permasalahan yang dihadapi. Dengan kata lain, siswa tidak hanya mampu menjalankan prosedur secara otomatis, tetapi juga dapat menyesuaikan penggunaannya agar efisien dan sesuai dengan situasi yang berbeda (Rote & Position, 2020).

Selain itu, Rote & Position (2020) menegaskan bahwa kelancaran prosedural merupakan kombinasi antara pemahaman konsep dan keterampilan prosedural, bukan sekadar kemampuan menghafal algoritma. “Kelancaran dalam prosedural berkaitan dengan pemahaman berbagai tata cara, kesadaran mengenai waktu serta cara yang tepat untuk menerapkan prosedural tersebut, dan kemampuan untuk melaksanakan dengan luwes, tepat, serta efektif.” Rote & Position (2020). Dengan demikian, siswa yang memahami dasar konseptual dari suatu prosedur akan lebih mampu memodifikasi langkah penyelesaian dan menyesuaikannya pada berbagai jenis soal.

Suganda (2012) juga menyebutkan bahwa kemampuan prosedural mencakup tiga indikator utama, yaitu: (1) pemahaman terhadap prosedur secara umum; (2) kemampuan menentukan waktu dan cara menerapkan prosedur dengan benar; dan (3) kemampuan untuk menggunakan prosedur dengan cara yang fleksibel, efisien, dan akurat Suganda (2012). Ini menegaskan bahwa kelancaran prosedural tidak hanya terbatas pada kemampuan mekanistik, tetapi menuntut keterampilan berpikir reflektif dan logis.

Sejalan dengan pandangan tersebut, Bay-williams *et al* (2000) menambahkan bahwa siswa dikatakan benar-benar *fluent* secara prosedural ketika mereka tidak hanya cepat dalam melakukan perhitungan, tetapi juga mampu menilai keefektifan suatu strategi, memilih alternatif yang lebih efisien, serta menjelaskan alasan di balik langkah yang diambil. Ia menulis, “Kelancaran prosedural bukan sekedar menghafal fakta atau langkah-langkah prosedur, melainkan mencakup kemampuan untuk melaksanakan prosedural dengan efisiensi, fleksibilitas, dan ketepatan.” (Bay-williams *et al*, 2000)

Penguasaan *procedural fluency* sangat krusial dalam pemahaman matematika karena memfasilitasi siswa untuk menangkap ide-ide secara mendalam sekaligus meningkatkan kemampuan mereka dalam menyelesaikan berbagai jenis permasalahan. Siswa yang memiliki kelancaran prosedural tidak hanya mengetahui langkah-langkah penyelesaian, tetapi juga memahami kapan dan bagaimana prosedur tersebut digunakan dengan tepat serta mampu melaksanakannya secara fleksibel, efisien, dan akurat. Menurut Rote & Position (2020), “Tanpa adanya prosedur yang efektif, siswa akan menghadapi tantangan dalam meningkatkan pemahaman mengenai konsep-konsep matematika atau dalam memecahkan masalah matematika. Perhatian yang mereka curahkan untuk menghitung hasil yang seharusnya dapat diingat atau dihitung dengan mudah justru menghalangi mereka untuk melihat hubungan-hubungan penting antar konsep.” Pernyataan ini menegaskan bahwa tanpa kelancaran prosedural yang baik, siswa akan kesulitan memahami hubungan antarkonsep dan cenderung hanya berfokus pada langkah mekanis penyelesaian.

Lebih lanjut, Zioga & Desli (2025) menyatakan bahwa “Setiap siswa harus memperoleh pembelajaran yang menghubungkan konsep dengan prosedur, secara eksplisit mengembangkan berbagai strategi dan algoritma yang memadai, memberikan kesempatan yang luas bagi siswa untuk belajar memilih di antara strategi dan algoritma yang mereka kuasai, serta menerapkan praktik penilaian yang mencakup seluruh komponen dari kelancaran berprosedur.” Dengan kata lain, pembelajaran matematika yang efektif harus menghubungkan antara konsep dan prosedur, serta memberikan kesempatan kepada siswa untuk memilih cara penyelesaian yang paling efisien.

Hasil kajian lain oleh Bay-williams *et al* (2000) menunjukkan bahwa latihan bermakna menjadi kunci pengembangan kelancaran prosedural. Ia menuliskan bahwa “Penelitian tentang peningkatan prestasi belajar siswa menunjukkan bahwa fleksibilitas dan pemahaman konseptual dalam matematika dapat ditingkatkan ketika siswa diajak untuk memahami dan menggunakan prosedur yang efisien serta fleksibel, bukan hanya bergantung pada algoritma yang dihafal secara mekanis. Dengan demikian, melalui latihan yang berulang namun bermakna, siswa dapat meningkatkan efisiensi dan fleksibilitas dalam berpikir matematis, sehingga tidak hanya menghafal algoritma tetapi juga memahami alasan di balik setiap prosedur.

Latihan yang dilakukan secara terstruktur dan dikaitkan dengan pemahaman konseptual akan membantu siswa memperkuat daya ingat dan kemampuan adaptasi terhadap berbagai jenis soal. Proses pembiasaan semacam ini membuat mereka lebih mampu menerapkan prosedur secara efektif tanpa kehilangan makna konseptual di baliknya. Pada akhirnya, kelancaran prosedural bukan hanya hasil dari hafalan berulang, tetapi buah dari latihan reflektif yang menekankan keterkaitan antara konsep dan strategi penyelesaian masalah.

Di sisi lain, kemampuan berpikir kreatif matematis merupakan salah satu tujuan penting dalam pembelajaran matematika abad ke-21. Kemampuan ini tercermin dari kecakapan siswa dalam menghasilkan berbagai ide penyelesaian, menggunakan strategi yang beragam, serta menemukan solusi yang orisinal dan bermakna. Berpikir kreatif dalam matematika melibatkan aspek kelancaran, keluwesan, keaslian, dan keterincian dalam mengonstruksi solusi matematis (Joklitschke *et al.*, 2022). Dengan demikian, siswa tidak hanya terpaku pada satu prosedur baku, tetapi mampu mengeksplorasi berbagai kemungkinan penyelesaian yang tetap sesuai dengan kaidah matematis.

Pada dasarnya, setiap individu memerlukan kemampuan berpikir untuk menjalani kegiatan sehari-hari. Proses berpikir ini sangat krusial agar seseorang dapat menghadapi situasi yang selalu berubah, tidak stabil, dan kompetitif. Dengan kemampuan berpikir ini, seseorang dapat mengumpulkan, memilih, serta menganalisis informasi dengan efektif. Keterampilan ini menuntut pemikiran yang kritis, terorganisir, logis, inovatif, serta kemampuan untuk bekerja sama dengan baik. Menurut Robert Epstein Mailantri *et al* (2020), seorang ahli psikologi, setiap individu memiliki potensi untuk bersikap kreatif. Oleh karena itu, tidak ada alasan untuk menyebutkan "saya bukan individu yang kreatif", karena yang diperlukan hanyalah mengembangkan kemampuan kreativitas yang sudah dimiliki. Kreativitas dapat muncul ketika individu dapat mengembangkan kemampuan dan potensi secara optimal, sehingga terbiasa berinovasi.

Salah satu sasaran penting dalam pendidikan matematika adalah meningkatkan kemampuan untuk berpikir secara kreatif para siswa agar mereka mampu menghasilkan ide-ide baru, fleksibel, dan orisinal dalam menyelesaikan masalah matematika. Kemampuan ini tidak hanya fokus pada *output* akhir, tetapi juga pada cara berpikir divergen yang memungkinkan siswa memunculkan berbagai alternatif solusi dari satu permasalahan. Seperti dinyatakan oleh Simamora & Ramadhanta (2024), “Berpikir kreatif dalam

matematika mencakup kemampuan untuk menemukan berbagai cara penyelesaian yang baru dan sah sesuai kaidah matematis”.

Lebih lanjut, Joklitschke *et al* (2022) menjelaskan bahwa “Kreativitas dalam matematika didefinisikan melalui tiga dimensi utama yaitu kemampuan untuk berbicara dengan baik (kelancaran), fleksibel dalam berpikir (keluwesan), dan menciptakan ide-ide yang unik (keaslian), dimana kreativitas matematis adalah keterampilan untuk menciptakan gagasan yang baru, bernilai, atau tidak biasa..” Ini menunjukkan bahwa berpikir kreatif dalam matematika melibatkan kelancaran (*fluency*) dalam mengemukakan ide, keluwesan (*flexibility*) dalam memilih strategi, serta keaslian (*originality*) dalam menghasilkan solusi yang unik. Dengan demikian, pembelajaran matematika yang baik tidak hanya melatih keterampilan prosedural dan analisis, tetapi juga memberi ruang bagi siswa untuk mengembangkan gagasan-gagasan baru secara bebas dan reflektif.

Selanjutnya Zioga & Desli (2025), menegaskan bahwa “Pengembangan kreativitas matematis yang umumnya dicirikan oleh kelancaran (*fluency*), keluwesan (*flexibility*), keaslian (*originality*), dan keterincian (*elaboration*) telah mendapatkan perhatian yang semakin besar dalam pendidikan matematika karena nilai kognitifnya serta potensinya dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah.” Berdasarkan pernyataan tersebut, dapat dipahami bahwa pengembangan kreativitas matematis tidak hanya bernilai sebagai kemampuan tambahan, tetapi juga menjadi sarana penting untuk meningkatkan daya pikir dan kemampuan pemecahan masalah siswa. Oleh karena itu, pengajar harus menyusun kegiatan belajar yang kontekstual dan terbuka agar siswa dapat mengonstruksi ide-idenya sendiri, mengeksplorasi berbagai pendekatan pemecahan, serta menumbuhkan rasa keingintahuan yang mendalam terhadap konsep-konsep pada pelajaran matematika.

Cahyani & Andini (2025) berpikir kreatif adalah sebuah tindakan kognitif yang dilakukan oleh individu untuk menciptakan gagasan atau konsep baru. Dalam menilai kemampuan berpikir kreatif, beberapa indikator yang digunakan meliputi kefasihan, keluwesan, serta inovasi melalui berbagai metode pemecahan masalah. Indikator kefasihan berhubungan dengan kemampuan individu dalam memberikan jawaban yang tepat atas berbagai pertanyaan. Sementara itu, indikator keluwesan dalam penyelesaian masalah meliputi kemampuan individu untuk mengidentifikasi solusi alternatif dalam menghadapi permasalahan. Sementara itu, indikator inovasi dalam menyelesaikan masalah, mengacu pada kapasitas individu untuk memberikan solusi yang bervariasi namun tetap tepat, atau memberikan jawaban yang unik di tahap perkembangan pengetahuannya (Mailantri *et al*, 2020).

Sejumlah kajian menunjukkan bahwa *procedural fluency* dan kemampuan berpikir kreatif matematis memiliki keterkaitan yang erat. Penguasaan prosedural yang baik memungkinkan siswa untuk lebih fokus pada pencarian strategi alternatif dan pengembangan ide-ide baru dalam menyelesaikan masalah matematika, sehingga mendukung munculnya kreativitas matematis (Bay-Williams *et al.*, 2000). Namun demikian, penelitian-penelitian sebelumnya umumnya masih mengkaji kedua kemampuan tersebut secara terpisah atau hanya menelaah hubungan keduanya secara umum, tanpa mempertimbangkan variasi tingkat kemampuan siswa.

Selain itu, masih terbatas penelitian yang mengkaji hubungan *procedural fluency* dan kemampuan berpikir kreatif matematis dengan mempertimbangkan pengelompokan siswa berdasarkan karakteristik kemampuan yang dimiliki. Padahal, setiap siswa memiliki tingkat penguasaan prosedural dan kreativitas yang berbeda-beda, sehingga hubungan antara kedua kemampuan tersebut dimungkinkan tidak bersifat seragam pada seluruh siswa. Pendekatan pengelompokan atau analisis klaster dapat memberikan gambaran yang lebih mendalam mengenai pola kemampuan siswa serta variasi hubungan antarvariabel pada setiap kelompok kemampuan (Rahayu, 2024).

Berdasarkan uraian tersebut, terdapat celah penelitian (research gap) yang perlu dikaji lebih lanjut, yaitu belum banyak penelitian yang menganalisis hubungan antara procedural fluency dan kemampuan berpikir kreatif matematis dengan pendekatan analisis kluster. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada analisis pengelompokan siswa berdasarkan procedural fluency dan kemampuan berpikir kreatif matematis menggunakan metode K-means clustering, serta mengkaji hubungan antara kedua variabel tersebut pada setiap kluster kemampuan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam memahami variasi hubungan kemampuan prosedural dan kreativitas matematis siswa, sekaligus menjadi dasar bagi pengembangan strategi pembelajaran matematika yang lebih tepat sasaran.

METODE

Jenis penelitian yang diterapkan yaitu penelitian kuantitatif dengan pendekatan korelasi. Penelitian korelasional adalah suatu metode yang dirancang untuk menelaah hubungan serta tingkat keterkaitan antara dua atau lebih variabel tanpa melakukan manipulasi terhadap variable-variabel tersebut, sehingga variable-variabel tersebut tetap tidak mengalami perubahan (Rahayu, 2024). Pada penelitian ini, variabel yang dianalisis meliputi *Procedural Fluency* dan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis.

Populasi dalam penelitian ini mencakup seluruh siswa kelas IX di salah satu SMP yang ada di Karawang. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 30 siswa yang berasal dari kelas IX-C di SMPN 1 Majalaya Karawang. Metode pengambilan sampel yang diterapkan dalam studi ini adalah *purposive sampling*, yakni peneliti menentukan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu yakni siswa yang sudah mempelajari materi data dan pemusatan data. Pertimbangan yang diterapkan dalam metode ini dapat berbeda-beda, tergantung pada tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian.

Sebelum digunakan dalam penelitian, instrumen telah melalui uji validitas isi (*content validity*) melalui penilaian ahli (*expert judgment*). Penilaian dilakukan oleh dosen ahli pendidikan matematika untuk menilai kesesuaian butir soal dengan indikator kemampuan yang diukur, kejelasan bahasa, serta keterpahaman konteks soal bagi siswa SMP. Hasil validasi ahli menunjukkan bahwa instrumen telah layak digunakan dengan beberapa perbaikan redaksional yang disesuaikan dengan tingkat kemampuan siswa. Uji reliabilitas statistik belum dilakukan dalam penelitian ini karena keterbatasan jumlah sampel dan fokus penelitian yang bersifat korelasional serta eksploratif. Setelah pelaksanaan tes, hasilnya kemudian dinilai berdasarkan rumus berikut ini:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100$$

Pada tahap selanjutnya, data yang telah terkumpul dianalisis menggunakan metode *k-means clustering*, yang bertujuan untuk mengklasifikasikan siswa menjadi tiga kelompok, yaitu cukup, baik, dan sangat baik, berdasarkan kesamaan tingkat *procedural fluency* dan kemampuan kreatif matematika siswa, yang diuji melalui korelasi *rank spearman*.

K-means clustering

K-means termasuk metode klasterisasi yang tidak bersifat hierarkis, yang memisahkan data sebanyak n menjadi k kelompok. Banyaknya kelompok atau *cluster* dalam *K-means* ditentukan oleh nilai K . Pengelompokan adalah langkah untuk mengatur data berdasarkan kesamaan nilai (homogen). Metode pengelompokan digunakan untuk mengelompokkan data ke dalam beberapa kelompok, di mana data yang memiliki tingkat kesamaan tinggi akan diklasifikasikan ke dalam satu *cluster*, sementara data yang memiliki karakteristik berbeda

akan ditempatkan pada *cluster* yang terpisah. Jenis data yang dapat dikelompokkan melalui metode pengklasteran meliputi hasil pengamatan, catatan data, kategori, atau objek yang memiliki kesamaan. Berikut langkah-langkah *K-means* yang diterapkan dalam penelitian ini.

1. Menetapkan nilai k sebagai jumlah klaster yang akan dibentuk dalam proses pengelompokkan data
2. Melakukan penetapan centroid awal secara acak
3. Jarak antara tiap titik data dan setiap *centoroid* pada dataset dihitung dengan rumus berikut:

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$$

4. Kelompokkan setiap data berdasarkan jarak paling dekat antara data dengan centroidnya
5. Pada tahap ini, dilakukan pembaruan *centroid* dengan menghitung nilai rata-rata dari semua titik data yang tergabung dalam klaster tersebut. Dengan rumus berikut:

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

6. Kembali ke langkah 3 dan ulangi proses menghitung jarak, menentukan *cluster*, dan melakukan perhitungan centroid baru hingga tidak ada perubahan *cluster*, maka proses *clustering* selesai
7. Setelah data dikelompokkan menjadi tiga kluster, metode analisis yang digunakan selanjutnya adalah uji korelasi *rank spearman*, dengan tujuan untuk menelaah seberapa kuat hubungan antara *procedural fluency* dan kemampuan berpikir kreatif dalam matematika.

Korelasi *Rank spearman*

Uji *rank spearman corellation* adalah pendekatan statistik yang berfungsi untuk menilai sejauh mana dua variabel dengan skala ordinal saling berhubungan. Dalam analisis ini, kedua variabel yang ingin diuji hubungannya dapat berasal dari skala yang berbeda, misalnya skala ordinal dan skala numerik, atau bisa juga serupa, yaitu keduanya berada dalam skala ordinal. Data yang dianalisis tidak harus mengikuti pola distribusi normal. Oleh karena itu, uji korelasi *Rank spearman* sangat tepat untuk data yang berbentuk skala ordinal atau peringkat, dan tidak terikat pada distribusi tertentu. Berikut adalah rumus untuk menghitung korelasi *Rank spearman*:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2-1)}$$

Keterangan:

ρ (*rho*) = koefisien korelasi *rank spearman*

n = banyaknya data

d = selisish antara ranking data

Uji Hipotesis pada Koefisien *Rank spearman*

Tingkat signifikansi yang diterapkan dalam penelitian ini adalah 5% atau 0,05, dan penghitungan untuk uji statistik dilakukan dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$t_{hitung} = \frac{\rho}{\frac{1}{\sqrt{n-1}}}$$

Keterangan:

ρ (*rho*) = koefisien korelasi *rank spearman*

n = banyaknya data

Pada proses pengujian, kriteria keputusan dalam pengujian hipotesis yakni 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,

$H_0 : \rho = 0$, menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara *procedural fluency* dan kemampuan kreatif matematika siswa.

$H_1 : \rho \neq 0$, menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara *procedural fluency* dan kemampuan kreatif matematika siswa.

Selanjutnya, nilai koefisien korelasi tersebut dijadikan acuan untuk menentukan tingkat kekuatan hubungan antara *procedural fluency* dan kemampuan berpikir kreatif dengan merujuk pada interpretasi berdasarkan *Guilford Empirical Rules* dalam (Fitriani & Yudhanegara, 2023). Berikut adalah tabel interpretasi:

Tabel 1. Tingkat Korelasi Berdasarkan *Guilford Empirical Rules*

Interval Korelasi <i>Rank Spearman</i>	Tingkat Hubungan
$0,00 < \rho < 0,20$	Hubungan sangat lemah (diabaikan)
$0,20 < \rho < 0,40$	Hubungan rendah
$0,40 < \rho < 0,70$	Hubungan sedang/cukup
$0,70 < \rho < 0,90$	Hubungan kuat/tinggi
$0,90 < \rho < 1,00$	Hubungan sangat kuat/sangat tinggi

Berdasarkan hasil koefisien korelasi yang telah didapatkan, kita dapat memahami bagaimana dua variabel yang dibahas saling terkait. Apabila koefisien korelasi melebihi 0, maka hubungan tersebut bersifat positif. Ini berarti, saat kemampuan *procedural fluency* siswa meningkat, kemampuan kreatif dalam matematika mereka juga cenderung meningkat, begitu juga sebaliknya. Di sisi lain, jika koefisien korelasi di bawah 0, hubungan yang terbentuk bersifat negatif. Ini menunjukkan bahwa jika kemampuan *procedural fluency* meningkat. Maka kemampuan kreatif dalam matematika dapat cenderung menurun atau sebaliknya. Dengan demikian, arah serta tingkat keterkaitan antara *procedural fluency* dan kemampuan kreatif matematika siswa dapat dianalisis menggunakan nilai koefisien korelasi yang diperoleh dari pengujian *rank spearman*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari tes yang melibatkan 30 siswa di SMP Negeri 1 Majalaya Karawang. Setiap skor yang didapatkan dari sampel tersebut dihitung dengan menggunakan rumus penskoran. Selanjutnya, data yang telah terkumpul dikeompokkan melalui metode *K-means clustering*. Pengelompokan tersebut dibagi ke dalam tiga *cluster*, yakni *cluster* 1 dengan kategori cukup, *cluster* 2 dengan kategori baik, dan *cluster* 3 dengan kategori sangat baik. Proses ini dilakukan melalui beberapa iterasi, dan berikut merupakan hasil pada iterasi pertama.

Tabel 2. Hasil Pengelompokkan Iterasi 1

<i>Cluster</i>	Kategori	Jumlah Siswa
1	Cukup	2
2	Baik	18
3	Sangat Baik	10

Berdasarkan Tabel 2, hasil dari iterasi pertama menunjukkan bahwa ada 2 siswa yang tergolong ke dalam *cluster* 1 dengan kategori cukup, 18 siswa masuk ke dalam *cluster* 2 dengan kategori baik, dan 10 siswa yang berada di *cluster* 3 dengan kategori sangat baik. Selanjutnya, proses pengelompokan dilanjutkan ke iterasi berikutnya untuk memastikan bahwa anggota dalam setiap *cluster* memiliki posisi yang stabil. Jika posisi anggota dalam setiap *cluster* tidak berubah lagi pada iterasi selanjutnya, maka proses pengelompokan dianggap sudah selesai dan dapat dihentikan. Adapun hasil iterasi 2 sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Pengelompokkan Iterasi 2

<i>Cluster</i>	Kategori	Jumlah Siswa
1	Cukup	2
2	Baik	18
3	Sangat Baik	10

Berdasarkan Tabel 3, hasil dari iterasi pertama menunjukkan bahwa terdapat 2 siswa yang tergolong ke dalam *cluster* 1 dengan kategori cukup, serta 18 siswa dalam *cluster* 2 dengan kategori baik, serta 10 siswa yang berada di *cluster* 3 dengan kategori sangat baik. Berdasarkan hasil iterasi tersebut, terlihat bahwa posisi masing-masing data telah stabil, sehingga tahap pengelompokan dapat dihentikan dan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Akhir dari Perhitungan *K-means clustering*

<i>Cluster</i>	Kategori	Jumlah Siswa
1	Cukup	2
2	Baik	18
3	Sangat Baik	10

Berdasarkan Tabel 4, hasil akhir dari perhitungan dengan menggunakan metode *k-means clustering* menunjukkan bahwa terdapat 2 siswa yang tergolong ke dalam *cluster* 1 dengan kategori cukup, serta 18 siswa yang termasuk ke dalam *cluster* 2 dengan kategori baik, serta 10 siswa yang berada di *cluster* 3 dengan kategori sangat baik. Setelah seluruh siswa dikelompokkan sesuai dengan kategori masing-masing, tahap selanjutnya adalah melakukan uji korelasi *rank spearman* guna mengidentifikasi hubungan antara *procedural fluency* dengan kemampuan kreatif matematika. Uji korelasi *rank spearman* ini dilakukan hanya pada data di *cluster* 2 dengan kategori baik, *cluster* 3 dengan kategori sangat baik, serta seluruh sampel. Sementara itu, *cluster* 1 dengan kategori cukup tidak diperiksa karena jumlah datanya yang terlalu sedikit.

Pengujian Hipotesis pada Keseluruhan Sampel

Untuk mengidentifikasi keterkaitan hubungan yang positif dan signifikan antara *procedural fluency* dan kemampuan kreatif siswa SMP, berikut hasil perhitungan uji korelasi *rank spearman*:

Tabel 5. Hasil Perhitungan Uji Korelasi *Rank spearman* Keseluruhan Sampel

No	Simbol	Nilai
----	--------	-------

1	N	30
2	n^2	900
3	$\sum d^2$	661,7538
4	$6 \sum d^2$	3970,523
5	Df	28
6	α	0,05
7	t_{tabel}	2,048

Berdasarkan Tabel 5, maka ρ adalah sebagai berikut:

$$\rho = 1 - \frac{6(661,7538)}{30(30^2 - 1)} \approx 0,85278$$

Dari hasil pengujian korelasi rank speaman pada seluruh sampel, diperoleh nilai korelasi sebesar 0,85278. Selanjutnya dari nilai ρ yang sudah diperoleh maka nilai t_{hitung} yaitu:

$$t_{hitung} = \frac{0,85278}{\frac{1}{\sqrt{30 - 1}}} \approx 4,59$$

Berdasarkan hasil uji *rank spearman* terhadap semua sampel, diperoleh nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ dan $\rho \neq 0$, sehingga hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) tidak ditolak. Temuan penelitian menunjukkan bahwa pada tingkat signifikansi 72,7%, terdapat korelasi yang signifikan antara *procedural fluency* dan kemampuan kreatif matematika terhadap semua sampel. Nilai koefisien korelasi sebesar 0,85278 mengindikasikan bahwa ada keterkaitan yang kuat serta positif antara kedua kemampuan tersebut. Yang mengimplikasikan bahwa peningkatan dalam *procedural fluency* berbanding lurus dengan peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematika siswa.

Pengujian Hipotesis pada Cluster 2 (Kategori Baik)

Untuk mengidentifikasi keterkaitan hubungan yang signifikan dan positif antara *procedural fluency* dan kemampuan berpikir kreatif matematika siswa SMP pada *cluster 2* dengan kategori baik, berikut hasil perhitungan uji korelasi peringkat Spearman:

Tabel 6. Hasil Perhitungan Uji Korelasi Rank spearman Cluster 2

No	Simbol	Nilai
1	N	18
2	n^2	324
3	$\sum d^2$	147
4	$6 \sum d^2$	882
5	Df	16
No	Simbol	Nilai
6	α	0,05
7	t_{tabel}	2,119

Berdasarkan Tabel 6, maka ρ adalah sebagai berikut:

$$\rho = 1 - \frac{6(147)}{18(18^2 - 1)} \approx 0,848297$$

Dari hasil pengujian korelasi rank speaman pada *cluster* 2, diperoleh nilai korelasi sebesar 0,848297. Selanjutnya dari nilai ρ yang sudah diperoleh maka nilai t_{hitung} yaitu,

$$t_{hitung} = \frac{0,848297}{\frac{1}{\sqrt{16 - 1}}} \approx 3,49$$

Berdasarkan hasil uji *rank spearman* terhadap *cluster* 2, diperoleh nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ dan $\rho \neq 0$, sehingga hipotesis H_0 ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) tidak ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa pada tingkat signifikansi 71,9%, terdapat hubungan yang signifikan antara *procedural fluency* dengan kemampuan kreatif matematika pada semua sampel. Nilai koefisien korelasi sebesar 0,848297 mengindikasikan terdapat hubungan yang erat antara kedua kemampuan tersebut. Selain itu, koefisien ini juga menunjukkan korelasi yang positif, artinya semakin tinggi skor *procedural fluency*, maka semakin tinggi pula skor kemampuan kreatif matematika, begitupun sebaliknya.

Pengujian Hipotesis pada Cluster 3 (Kategori Sangat Baik)

Untuk mengidentifikasi keterkaitan hubungan yang signifikan dan positif antara *procedural fluency* dan kemampuan berpikir kreatif matematika siswa SMP pada *cluster* 3 dengan kategori sangat baik, berikut hasil perhitungan uji korelasi peringkat Spearman:

Tabel 7. Hasil Perhitungan Uji Korelasi Rank spearman Cluster 3

No	Simbol	Nilai
1	N	10
2	n^2	100
3	$\sum d^2$	95,5
4	$6 \sum d^2$	573
5	Df	8
6	α	0,05
7	t_{tabel}	2,036

Berdasarkan Tabel 5, maka ρ adalah sebagai berikut:

$$\rho = 1 - \frac{6(95,5)}{10(10^2 - 1)} \approx 0,421212$$

Dari hasil pengujian korelasi rank speaman pada *cluster* 3 diperoleh nilai korelasi sebesar 0,421212. Selanjutnya dari nilai ρ yang sudah diperoleh maka nilai t_{hitung} yaitu,

$$t_{hitung} = \frac{0,421212}{\frac{1}{\sqrt{10 - 1}}} \approx 1,263$$

Berdasarkan hasil uji *rank spearman* terhadap *cluster* 3 diperoleh nilai $t_{hitung} < t_{tabel}$ dan $\rho \neq 0$, sehingga hipotesis nol (H_0) tidak ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) ditolak. Hal ini menafsirkan bahwa pada tingkat signifikansi 17,7%, terdapat hubungan yang sedang tetapi tidak signifikan antara *procedural fluency* dan kemampuan kreatif matematika pada semua sampel. Besarnya koefisien korelasi sebesar 0,421212 mengindikasikan terdapat

keterkaitan yang sedang atau cukup antara kedua kemampuan tersebut. Selain itu, koefisien ini juga mencerminkan hubungan yang positif, artinya semakin tinggi skor *procedural fluency*, maka semakin tinggi pula skor kemampuan kreatif matematika, begitupun sebaliknya.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *procedural fluency* memiliki peran penting dalam mendukung kemampuan berpikir kreatif matematis siswa, khususnya pada siswa dengan tingkat kemampuan rendah hingga menengah. Secara empirik, siswa yang memiliki *procedural fluency* yang baik cenderung mampu menyelesaikan soal dengan langkah yang lebih terstruktur, efisien, dan akurat. Kondisi tersebut memungkinkan siswa memiliki ruang kognitif yang lebih besar untuk mengeksplorasi berbagai strategi penyelesaian, sehingga memunculkan aspek kelancaran dan keluwesan dalam berpikir kreatif.

Temuan ini sejalan dengan pandangan Bay-Williams et al. (2000) yang menyatakan bahwa kelancaran prosedural bukan hanya tentang kecepatan menghitung, tetapi juga tentang kemampuan memilih dan menyesuaikan strategi yang tepat. Siswa yang tidak lagi terbebani oleh kesalahan prosedural dasar akan lebih mudah mengembangkan ide-ide penyelesaian yang beragam dan bermakna. Dengan kata lain, *procedural fluency* berfungsi sebagai fondasi bagi berkembangnya kreativitas matematis.

Pada klaster kategori baik, hubungan yang kuat dan signifikan menunjukkan bahwa penguasaan prosedural masih menjadi faktor dominan dalam mendukung kemampuan berpikir kreatif. Berdasarkan analisis proses pengerjaan soal, siswa dalam klaster ini umumnya mampu mengikuti prosedur dengan benar dan mulai menunjukkan variasi strategi penyelesaian, meskipun belum sepenuhnya konsisten dalam menghasilkan solusi yang benar-benar orisinal. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan *procedural fluency* pada tahap ini masih berkontribusi secara langsung terhadap peningkatan kreativitas matematis.

Sebaliknya, pada klaster kategori sangat baik, hubungan antara *procedural fluency* dan kemampuan berpikir kreatif matematis cenderung melemah dan tidak signifikan. Secara empirik, siswa dalam klaster ini telah menguasai prosedur penyelesaian dengan sangat baik sehingga variasi kemampuan berpikir kreatif mereka tidak lagi sepenuhnya ditentukan oleh *procedural fluency*. Faktor lain, seperti pemahaman konseptual yang mendalam, kemampuan reflektif, serta pengalaman dalam menghadapi masalah non-rutin, diduga mulai berperan lebih besar dalam membentuk kreativitas matematis siswa. Temuan ini sejalan dengan pandangan Rote dan Position (2020) yang menekankan bahwa pada tingkat kemampuan tinggi, kreativitas matematis tidak hanya bergantung pada kelancaran prosedural, tetapi juga pada integrasi antara konsep, penalaran, dan fleksibilitas berpikir.

Dengan demikian, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa hubungan antara *procedural fluency* dan kemampuan berpikir kreatif matematis bersifat dinamis dan berbeda pada setiap tingkat kemampuan siswa. *Procedural fluency* berperan sebagai prasyarat penting bagi munculnya kreativitas matematis, terutama pada tahap awal dan menengah pembelajaran. Namun, pada tingkat kemampuan yang lebih tinggi, pengembangan kreativitas matematis memerlukan dukungan faktor-faktor lain di luar kelancaran prosedural semata.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian secara keseluruhan, terdapat keterkaitan atau hubungan positif dan signifikan antara *procedural fluency* dan kemampuan berpikir kreatif matematika siswa SMP Negeri 1 Majalaya Karawang. Kekuatan hubungan antara keduanya tergolong kuat atau tinggi, hal ini ditunjukkan dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,85. Kemudian pengujian pada *cluster* dengan kategori baik menunjukkan hubungan yang signifikan dan positif kuat atau tinggi dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,84, sedangkan pada *cluster* dengan kategori sangat baik memiliki keterkaitan hubungan sedang atau cukup tetapi tidak

signifikan dengan koefisien korelasi sebesar 0,42. Temuan ini menunjukkan bahwa kemampuan prosedural yang baik bisa membantu pengembangan kemampuan berpikir kreatif matematika, tetapi pada tingkat kemampuan yang sangat tinggi, faktor-faktor lain di luar kemampuan prosedural mungkin mulai memengaruhi kemampuan berpikir kreatif siswa. Meskipun demikian, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, jumlah sampel yang relatif terbatas dan hanya melibatkan satu sekolah menyebabkan hasil penelitian belum dapat digeneralisasikan secara luas. Berdasarkan keterbatasan tersebut, penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan sampel yang lebih besar dan beragam agar hasil penelitian lebih representatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Bay-williams, B. J. M., Background, A. L., & Story, L. (2000). *Developing the “ Full Package ” of Procedural Fluency*.
- Cahyani, S., & Andini, D. (2025). *Pengaruh Kemampuan Berpikir Statistik Terhadap Kreativitas Berpikir Siswa Dalam Matematika The Influence of Statistical Thinking Ability on Students ’ Creativity in Mathematics*. 8744–8752.
- Fitriani, A., & Yudhanegara, M. R. (2023). Korelasi antara Kemampuan Koneksi Matematis dengan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis. *Didactical Mathematics*, 5(2), 264–272. <https://doi.org/10.31949/dm.v5i2.5809>
- Joklitschke, J., Rott, B., & Schindler, M. (2022). *Notions of Creativity in Mathematics Education Research : a Systematic Literature Review*. 1161–1181.
- Kadir, I. A., Machmud, T., & Usman, K. (2022). *Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa Pada Materi Segitiga*. 3(2), 128–138. <https://doi.org/10.34312/jmathedu.v3i2.16388>
- Larassati, D. P. (2025). *Klasterisasi pada Hubungan Kemampuan Berpikir Kreatif dan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Menggunakan*. 6379, 438–449.
- Mailantri, I., Putri, R., Sari, M., & Ulandari, N. (2020). *Pengaruh Model Pembelajaran Peer Lesson terhadap Kemampuan Procedural Fluency Matematika*. 3, 13–22.
- Rahayu, A. N. (2024). *Analisis Cluster Terhadap Hubungan Kemampuan Berpikir Logis dan Kemampuan Pemecahan Masalah Pertidaksamaan Linear Satu Variabel Siswa SMP dengan Metode K-Means*. 6379(2014), 797–807.
- Rote, N., & Position, P. (2020). *Procedural Fluency*. January 2023.
- Simamora, R. E., & Ramadhanta, S. A. (2024). *Investigating the effects of Realistic Mathematics Education on mathematical creativity through a mixed-methods approach Menyelidiki pengaruh Realistic Mathematics Education terhadap mathematical creativity melalui pendekatan metode campuran*. 07(July), 337–360. <https://doi.org/10.24042/ijsme.v5i1.21221>
- Suganda, A. T. (2001). *No Title*. 12–31.
- Zioga, M., & Desli, D. (2025). *In- service teachers ’ seeing mathematical creativity : Unravelling and launching mathematical creativity tasks*. 16(2), 497–528.