

Analisis Kemampuan Generalisasi Matematis Siswa SMP Kota Cilegon

Amelia Muslimah^{1*}, Heni Pujiastuti², Ade Nandang Mustafa³, Novaliyosi⁴

^{1,2,3,4}Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Indonesia

*Penulis Korespondensi: ameliaaa.liaa20@gmail.com

Abstract: This study aims to analyze the mathematical generalization ability of junior high school students in Cilegon City on the topic of relations and functions. Mathematical generalization ability is an important component of higher-order thinking that includes the ability to recognize patterns, express regularities, and represent mathematical relationships in symbolic form. The method used was descriptive quantitative, involving 368 students from 50 schools that are members of the Mathematics Subject Teachers Association (MGMP) of Cilegon City. The research instrument consisted of six open-ended questions developed based on three indicators of generalization ability proposed by Mason, Sitorus, and Sutirna (2023): perception of generality, expression of generality, and symbolic and manipulation of generality. Data were analyzed descriptively through the calculation of mean scores and ability category classification. The results of the study show that students' mathematical generalization ability is in the moderate category with an average score of 2.08. The indicators of perception of generality and expression of generality are also in the moderate category, while symbolic and manipulation of generality falls into the low category. These findings indicate that students are able to recognize patterns and express simple relationships, but still experience difficulties in constructing formal symbolic representations. Based on these results, mathematics learning needs to be more oriented toward exploration, conceptual reasoning, and the use of interactive visual media to improve students' symbolic representation skills and functional understanding.

Keywords: mathematical generalization ability, relations and functions, symbolic representation, junior high school students.

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan generalisasi matematis siswa SMP di Kota Cilegon pada materi relasi dan fungsi. Kemampuan generalisasi matematis merupakan komponen penting dalam berpikir tingkat tinggi yang mencakup kemampuan mengenali pola, mengekspresikan keteraturan, dan merepresentasikan hubungan matematis dalam bentuk simbolik. Metode yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan melibatkan 368 siswa dari 50 sekolah anggota MGMP Matematika Kota Cilegon. Instrumen penelitian berupa enam soal uraian yang dikembangkan berdasarkan tiga indikator kemampuan generalisasi menurut Mason, Sitorus, dan Sutirna (2023): *perception of generality*, *expression of generality*, serta *symbolic and manipulation of generality*. Data dianalisis secara deskriptif melalui perhitungan skor rata-rata dan kategori kemampuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan generalisasi matematis siswa berada pada kategori sedang dengan rata-rata nilai 2,08. Indikator *perception of generality* dan *expression of generality* berada pada kategori sedang, sedangkan *symbolic and manipulation of generality* berada pada kategori rendah. Temuan ini mengindikasikan bahwa siswa mampu mengenali pola dan mengekspresikan hubungan sederhana, namun masih mengalami kesulitan dalam menyusun representasi simbolik secara formal. Berdasarkan hasil tersebut, diperlukan pembelajaran matematika yang lebih berorientasi pada eksplorasi, penalaran konseptual, dan penggunaan media visual interaktif untuk meningkatkan kemampuan representasi simbolik dan pemahaman fungsional siswa.

Kata kunci: kemampuan generalisasi matematis, relasi dan fungsi, representasi simbolik, siswa SMP

PENDAHULUAN

Matematika merupakan disiplin ilmu yang memiliki peran strategis dalam membentuk kemampuan berpikir logis, sistematis, kritis, dan kreatif yang menjadi dasar bagi penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi. Melalui pembelajaran matematika, siswa diharapkan tidak hanya mampu menyelesaikan soal secara prosedural, tetapi juga mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking*

Skills/HOTS) yang meliputi analisis, evaluasi, dan kreasi. Salah satu kemampuan berpikir tingkat tinggi yang sangat penting untuk dikembangkan adalah kemampuan generalisasi matematis, yaitu kemampuan siswa untuk mengenali pola, membuat dugaan umum (*conjecture*), dan merumuskan hubungan atau prinsip yang bersifat umum dari berbagai situasi matematis (Bills, Rowland, & Watson, 2021). Proses generalisasi menjadi jembatan antara berpikir aritmetika dan berpikir aljabar, serta berperan penting dalam penalaran, pembentukan konsep, dan pemecahan masalah (Ellis et al., 2022; Harel & Tall, 2020).

Namun, sejumlah penelitian menunjukkan bahwa kemampuan generalisasi matematis siswa di Indonesia masih berada pada kategori rendah hingga sedang. Naraswari, Kusmayadi, dan Fitriana (2023) menemukan bahwa siswa SMP umumnya hanya mampu mengenali pola sederhana tanpa menghubungkannya dengan konsep aljabar secara lebih abstrak. Rendahnya capaian ini terkait dengan pembelajaran matematika yang masih berorientasi pada prosedur dan *drill* soal, bukan pada proses eksplorasi dan penalaran konseptual. Penelitian lain juga menegaskan bahwa kemampuan generalisasi dipengaruhi oleh pendekatan pembelajaran dan keterlibatan siswa dalam aktivitas eksploratif dan *problem solving* (Nasrun, Muzaini, & Kamaruddin, 2023; Hayuningrat & Rosnawati, 2022; Pujiastuti, Haryadi, & Ridwan, 2020). Berbagai intervensi telah dilakukan, seperti pendekatan STEM, penguatan metakognitif, media pembelajaran digital interaktif, dan teknologi *Augmented Reality* (Sutini Martha et al., 2021; Novaliyosi et al., 2022; Rahmawati, Suryadi, & Nurlaelah, 2023; Yani & Hendriana, 2024; Pujiastuti et al., 2020), namun fokus penelitian tersebut lebih pada efektivitas model pembelajaran, bukan pada pemetaan kemampuan generalisasi siswa.

Di sisi lain, data PISA 2022 menunjukkan bahwa kemampuan penalaran matematis siswa Indonesia masih berada di bawah rata-rata OECD (OECD, 2023), sedangkan Rapor Pendidikan Indonesia 2024 mencatat bahwa capaian numerasi siswa SMP baru mencapai 49,67% (Kemdikbudristek, 2024). Kondisi ini mengindikasikan bahwa kemampuan berpikir konseptual seperti generalisasi dan representasi simbolik masih perlu ditingkatkan.

Dalam konteks lokal, hasil observasi awal MGMP Matematika Kota Cilegon menunjukkan adanya variasi penggunaan media pembelajaran dan integrasi teknologi antar sekolah, serta kesulitan siswa dalam memahami materi relasi dan fungsi, khususnya dalam mengidentifikasi pola dan menyusun generalisasi hubungan antar variabel. Banyak siswa dapat mengerjakan substitusi nilai fungsi, tetapi kesulitan memahami makna konseptual hubungan antar variabel. Namun demikian, belum ditemukan penelitian yang memetakan kemampuan generalisasi matematis siswa secara komprehensif dalam cakupan wilayah luas, khususnya lebih dari 50 sekolah di Kota Cilegon dengan karakteristik sosial dan sumber daya pendidikan yang beragam. Selain itu, belum ada penelitian yang secara spesifik mengukur kemampuan generalisasi berdasarkan tiga indikator Indriani Sitorus & Sutirna (2023) (1) *perception of generality*, (2) *expression of generality*, serta (3) *symbolic and manipulation of generality* dengan instrumen digital pada materi relasi dan fungsi.

Berdasarkan kondisi tersebut, perlu dilakukan kajian empiris untuk memetakan kemampuan generalisasi matematis siswa SMP di Kota Cilegon secara lebih komprehensif. Penelitian ini berkontribusi dalam memberikan gambaran faktual mengenai profil kemampuan generalisasi siswa melalui tes berbasis *Google Form* yang melibatkan lebih dari 50 sekolah anggota MGMP Matematika Kota Cilegon, sehingga dapat memperlihatkan indikator kemampuan yang paling kuat dan paling lemah sebagai dasar pengambilan keputusan pembelajaran.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis dengan memperluas kajian tentang kemampuan generalisasi matematis dalam konteks Indonesia, serta kontribusi praktis bagi guru, sekolah, dan pengembang kurikulum dalam merancang strategi pembelajaran yang menekankan eksplorasi pola, representasi simbolik, dan proses berpikir matematis siswa.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Pendekatan ini dipilih karena penelitian bertujuan untuk menggambarkan dan menganalisis tingkat kemampuan generalisasi matematis siswa SMP di Kota Cilegon tanpa melakukan perlakuan atau manipulasi terhadap variabel. Metode deskriptif kuantitatif memungkinkan peneliti memperoleh gambaran faktual tentang kondisi kemampuan siswa berdasarkan hasil tes yang diberikan, serta menyajikan data dalam bentuk angka, persentase, dan kategori kemampuan yang dapat diinterpretasikan secara sistematis.

Penelitian dilaksanakan pada semester ganjil tahun pelajaran 2025/2026 dan melibatkan siswa kelas VIII dari berbagai SMP Negeri dan Swasta di Kota Cilegon. Pemilihan subjek dilakukan melalui kerja sama dengan Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Matematika Kota Cilegon, di mana tautan tes berbasis *Google Form* didistribusikan kepada sekolah-sekolah anggota MGMP untuk kemudian diikuti oleh siswa di masing-masing sekolah. Dengan demikian, teknik sampling yang digunakan adalah *cluster convenience sampling*, karena pemilihan sekolah didasarkan pada ketersediaan dan kesiapan sekolah anggota MGMP, bukan melalui pemilihan acak. Sampel penelitian melibatkan sekitar 50 sekolah dengan karakteristik yang beragam berdasarkan status sekolah, lokasi wilayah, dan latar belakang sosial ekonomi. Dari keseluruhan sekolah tersebut, terkumpul sebanyak 368 respons siswa yang mengisi tes kemampuan generalisasi matematis. Jumlah tersebut dianggap memadai untuk mewakili profil kemampuan siswa SMP di Kota Cilegon.

Instrumen utama dalam penelitian ini adalah tes kemampuan generalisasi matematis berbentuk soal uraian terbuka (*open-ended questions*) yang dikembangkan berdasarkan tiga indikator utama menurut Indriani Sitorus & Sutirna (2023) yaitu: (1) *perception of generality* yang mengukur kemampuan siswa mengenali pola dan keteraturan hubungan antar unsur domain kodomain; (2) *expression of generality* yang menilai kemampuan siswa mengekspresikan hasil pengamatan pola ke dalam bentuk pernyataan umum atau hubungan fungsional; dan (3) *symbolic and manipulation of*

generality yang mengukur kemampuan siswa menuliskan serta memanipulasi bentuk simbolik dari suatu relasi atau fungsi. Setiap indikator diwakili oleh dua butir soal, sehingga total terdapat enam soal uraian terbuka. Soal-soal tersebut disusun dengan konteks materi relasi dan fungsi yang relevan dengan kurikulum SMP dan menuntut siswa untuk mengamati, menalar, serta menuliskan ide matematisnya secara simbolik.

Sebelum digunakan pada penelitian utama, instrumen tes divalidasi oleh dua dosen ahli pendidikan matematika dan satu guru senior anggota MGMP Matematika Kota Cilegon untuk memastikan kesesuaian isi, konstruk, dan bahasa. Berdasarkan hasil validasi, seluruh butir soal dinyatakan layak digunakan dengan beberapa revisi minor pada redaksi dan kejelasan konteks. Selanjutnya, dilakukan uji coba instrumen terhadap 30 siswa di luar sampel penelitian untuk menghitung reliabilitas menggunakan rumus *Alpha Cronbach*. Hasil uji menunjukkan nilai koefisien reliabilitas sebesar $\alpha = 0,82$, yang berarti instrumen memiliki reliabilitas tinggi dan konsisten untuk digunakan dalam pengukuran kemampuan generalisasi matematis siswa.

Pengumpulan data dilakukan secara daring melalui *Google Form* yang disebar oleh pengurus MGMP Matematika Kota Cilegon kepada guru-guru anggota, kemudian diteruskan kepada siswa di masing-masing sekolah. Tes diberikan dengan batas waktu tertentu dan dikerjakan secara mandiri oleh siswa dengan bimbingan guru mata pelajaran. Setelah seluruh siswa menyelesaikan tes, data hasil jawaban diunduh dari sistem *Google Form* untuk dianalisis lebih lanjut.

Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif melalui perhitungan rata-rata skor, persentase pencapaian, serta pengelompokan hasil ke dalam kategori kemampuan tinggi, sedang, dan rendah. Penilaian jawaban siswa menggunakan rubrik penskoran empat tingkat, yaitu skor 4 untuk jawaban sangat baik (mampu menggeneralisasi secara lengkap dan benar), skor 3 untuk baik, skor 2 untuk cukup, dan skor 1 untuk kurang. Selanjutnya, nilai rata-rata tiap indikator dikonversi ke dalam kategori kualitatif. Kriteria kategori kemampuan ditampilkan pada Tabel 1 dengan penulisan rentang nilai sesuai kaidah interval matematika.

Tabel 1. Kriteria Kategori Kemampuan Generalisasi Matematis

Rentang Nilai (\bar{X})	Kategori
$3.25 \leq \bar{X} \leq 4.00$	Tinggi
$3.24 \leq \bar{X} \leq 2.50$	Cukup
$2.49 \leq \bar{X} \leq 1.75$	Sedang
$1.74 \leq \bar{X} \leq 1.00$	Rendah

Untuk menjaga keabsahan hasil penelitian, peneliti melakukan data *checking* dengan memeriksa kembali data mentah untuk memastikan tidak terjadi kesalahan input maupun interpretasi. Pengambilan data dilakukan satu kali melalui tes berbasis *Google Form*, sehingga tidak terdapat pengukuran ulang pada waktu berbeda. Dengan demikian, penelitian ini tidak menggunakan triangulasi waktu. Hasil analisis data kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan uraian naratif untuk menggambarkan kecenderungan umum kemampuan generalisasi matematis siswa SMP di Kota Cilegon.

Melalui metode ini, penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran yang akurat dan komprehensif mengenai profil kemampuan generalisasi matematis siswa SMP di Kota Cilegon pada materi relasi dan fungsi, sekaligus menjadi dasar bagi pengembangan strategi pembelajaran yang lebih efektif, kontekstual, dan berorientasi pada penguatan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis data tes kemampuan generalisasi matematis yang diberikan kepada 368 siswa SMP di Kota Cilegon diperoleh bahwa secara umum kemampuan siswa berada pada kategori sedang. Analisis dilakukan berdasarkan tiga indikator kemampuan generalisasi menurut Indriani Sitorus & Sutirna (2023), yaitu *perception of generality*, *expression of generality*, serta *symbolic and manipulation of generality*.

Tabel 2. Kemampuan Generalisasi Matematis Siswa pada Materi Relasi dan Fungsi

Indikator Kemampuan Generalisasi Matematis	Rata-rata (\bar{X})	Kriteria
<i>Perception of generality</i> (Kemampuan mengenali pola dan keteraturan hubungan antar unsur domain kodomain)	2.33	Sedang
<i>Expression of generality</i> (Kemampuan mengekspresikan hasil pengamatan dalam bentuk pernyataan umum atau hubungan fungsional)	2.00	Sedang
<i>Symbolic and manipulation of generality</i> (Kemampuan menuliskan dan memanipulasi bentuk simbolik fungsi atau relasi)	1.89	Rendah
Rata-rata keseluruhan	2.08	Sedang

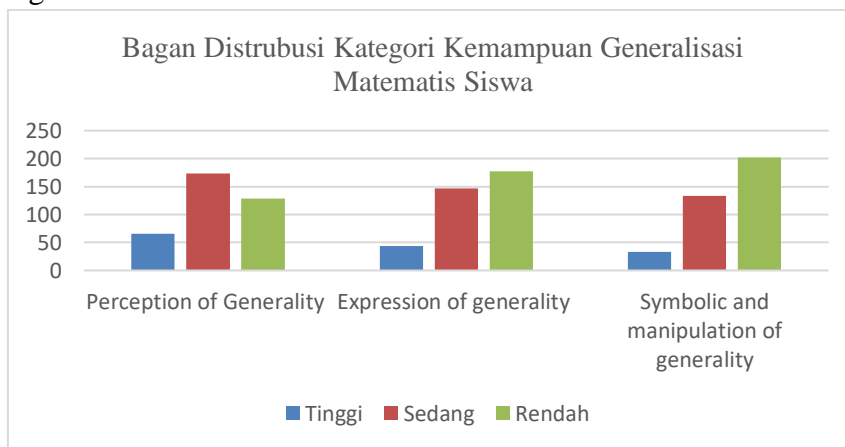
Hasil kuantitatif yang disajikan pada Tabel 2 masih bersifat sangat ringkas karena hanya menampilkan rata-rata skor per indikator dan kategori kemampuan. Padahal, instrumen yang digunakan berupa soal uraian terbuka (*open-ended*) memiliki potensi memberikan informasi yang lebih kaya tentang pola jawaban siswa dan jenis kesalahan yang muncul. Oleh karena itu, diperlukan penyajian data yang lebih komprehensif melalui penambahan tabel distribusi kategori kemampuan untuk menunjukkan persentase siswa yang berada pada kategori tinggi, sedang, dan rendah untuk setiap indikator kemampuan generalisasi. Selanjutnya, hasil distribusi kategori tersebut juga perlu divisualisasikan dalam bentuk diagram batang agar perbedaan capaian antar indikator dapat terlihat lebih jelas dan meningkatkan kekuatan deskriptif hasil penelitian sekaligus memperkuat daya tarik penyajian artikel.

Sebagai tindak lanjut, akan disusun Tabel 3 berisi distribusi persentase siswa per kategori kemampuan, serta diagram batang yang menggambarkan perbandingan capaian siswa di setiap indikator generalisasi matematis.

Tabel 3. Distribusi Persentase Siswa per Kategori Kemampuan

Indikator Kemampuan Generalisasi Matematis	Tinggi (%)	Sedang (%)	Rendah (%)
<i>Perception of generality</i>	18%	47%	35%
<i>Expression of generality</i>	12%	40%	48%
<i>Symbolic and manipulation of generality</i>	9%	36%	55%

Untuk memperjelas perbedaan capaian kemampuan generalisasi matematis antar indikator, hasil distribusi kategori kemampuan divisualisasikan dalam bentuk diagram batang pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram distribusi kategori kemampuan matematis siswa

Hasil distribusi kategori kemampuan menunjukkan bahwa indikator *Perception of Generality* memiliki persentase capaian tertinggi pada kategori tinggi, yaitu 66 siswa (18%), diikuti oleh 173 siswa (47%) pada kategori sedang, dan 129 siswa (35%) pada kategori rendah. Pada indikator *Expression of Generality*, terdapat 44 siswa (12%) yang berada pada kategori tinggi, 147 siswa (40%) pada kategori sedang, dan 177 siswa (48%) pada kategori rendah. Sementara itu, indikator *Symbolic and Manipulation of Generality* memperlihatkan capaian paling rendah, hanya 33 siswa (9%) pada kategori tinggi, 133 siswa (36%) pada kategori sedang, dan 202 siswa (55%) berada pada kategori rendah.

Visualisasi pada diagram batang memperjelas perbedaan capaian antar indikator tersebut. Indikator *Perception of Generality* tampak unggul pada kategori tinggi, sedangkan *Symbolic and Manipulation of Generality* menunjukkan proporsi kategori rendah terbesar. Temuan ini mengindikasikan bahwa siswa lebih mampu mengenali pola awal, tetapi masih kesulitan mengubah pola tersebut menjadi bentuk representasi simbolik formal, khususnya dalam menyusun generalisasi aljabar secara lengkap dan bermakna.

Hasil ini sejalan dengan penelitian Naraswari, Kusmayadi, dan Fitriana (2023) yang menyatakan bahwa sebagian besar siswa SMP hanya mampu mengenali pola sederhana tanpa dapat menggeneralisasikannya secara simbolik. Kondisi serupa juga dilaporkan oleh Nasrun, Muzaini, dan Kamaruddin (2023) yang menemukan bahwa kemampuan generalisasi siswa sangat dipengaruhi oleh gaya berpikir dan pengalaman belajar yang diberikan guru.

Jika ditinjau lebih dalam, hasil pada indikator *perception of generality* menunjukkan bahwa siswa sudah mampu mengidentifikasi pola keteraturan antara dua himpunan dalam representasi tabel, diagram panah, atau pasangan berurutan. Mereka dapat mengenali hubungan antar unsur domain dan kodomain meskipun masih terbatas pada kasus sederhana. Hal ini sejalan dengan pandangan Park dan Kim (2017) bahwa

kemampuan mengenali pola merupakan tahap awal yang penting dalam pengembangan kemampuan berpikir aljabar.

Selanjutnya, indikator *expression of generality* menunjukkan bahwa sebagian siswa sudah dapat mengekspresikan hubungan antar variabel secara verbal atau dalam bentuk pernyataan umum sederhana, tetapi belum sepenuhnya memahami hubungan tersebut secara konseptual. Beberapa siswa masih menuliskan aturan fungsi hanya berdasarkan contoh tanpa menyusun bentuk umum yang berlaku. Hasil ini mendukung penelitian Ellis (2017) yang menegaskan bahwa kemampuan mengekspresikan generalisasi memerlukan pemahaman relasional, bukan sekadar prosedural.

Indikator *symbolic and manipulation of generality* menjadi aspek yang paling lemah. Banyak siswa belum memahami makna simbol $f(x)$, belum terbiasa dengan notasi fungsi, dan sering melakukan kesalahan dalam menyusun aturan relasi. Temuan ini mengindikasikan bahwa transisi dari pemahaman konkret ke simbolik masih menjadi tantangan utama dalam pembelajaran matematika di tingkat SMP. Ellis et al. (2022) juga menegaskan bahwa representasi simbolik merupakan bentuk tertinggi dari berpikir konseptual yang membutuhkan pemahaman mendalam terhadap struktur hubungan matematis.

Secara keseluruhan, temuan penelitian ini menunjukkan bahwa pembelajaran matematika di sekolah masih berorientasi pada prosedur dan hasil akhir, bukan pada proses berpikir konseptual siswa. Guru cenderung memberikan contoh dan latihan tanpa menuntun siswa menemukan keteraturan secara mandiri. Akibatnya, kemampuan siswa dalam melakukan generalisasi secara simbolik belum berkembang optimal.

Untuk meningkatkan kemampuan generalisasi matematis siswa, diperlukan pendekatan pembelajaran yang lebih eksploratif, reflektif, dan kontekstual. Pendekatan *Realistic Mathematics Education* (Hayuningrat & Rosnawati, 2022) dan *guided inquiry learning* (Pujiastuti & Haryadi, 2023) terbukti efektif dalam membantu siswa menemukan pola dan mengembangkan representasi simbolik. Selain itu, penggunaan media digital seperti *GeoGebra* atau *Desmos* dapat membantu siswa memahami hubungan antar variabel secara visual dan memperkuat kemampuan generalisasi simbolik.

Dengan demikian, hasil penelitian ini menegaskan bahwa kemampuan generalisasi matematis siswa SMP di Kota Cilegon masih perlu ditingkatkan, terutama pada aspek manipulasi simbolik. Pembelajaran yang menekankan penemuan konsep, eksplorasi pola, dan refleksi terhadap proses berpikir diyakini dapat membantu siswa mencapai pemahaman konseptual yang lebih mendalam.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan generalisasi matematis siswa SMP di Kota Cilegon berada pada kategori sedang dengan rata-rata skor 2,08. Namun, jika ditinjau berdasarkan indikator, terlihat perbedaan capaian yang cukup signifikan. Indikator *perception of generality* memperoleh capaian tertinggi (rata-rata 2,33 kategori sedang), disusul *expression of generality* (2,00 kategori sedang), sedangkan *symbolic and manipulation of generality* menjadi indikator terlemah (1,89 kategori rendah). Perbedaan

capaian ini memberikan gambaran mengenai karakteristik cara berpikir matematis siswa SMP di Kota Cilegon.

Skor tertinggi pada indikator *perception* menunjukkan bahwa siswa relatif mampu mengenali pola dan keteraturan dasar dalam representasi tabel, diagram panah, atau contoh pasangan bilangan. Kemampuan ini merupakan tahap awal dalam proses berpikir aljabar yang masih bersifat konkret dan visual. Sebaliknya, indikator *symbolic and manipulation* menuntut kemampuan abstraksi yang lebih tinggi, seperti menyusun aturan fungsi dalam bentuk simbolik dan menggunakan notasi $f(x)$. Level kemampuan ini memerlukan transisi dari representasi konkret ke abstrak, yang sering menjadi tantangan pada tahap perkembangan kognitif siswa SMP.

Dari hasil jawaban siswa, banyak ditemukan kesalahan dalam pembuatan aturan fungsi dan ketidakpahaman terhadap makna simbol. Kondisi tersebut sejalan dengan temuan Naraswari, Kusmayadi, dan Fitriana (2023) bahwa siswa SMP cenderung mampu mengenali pola sederhana tetapi belum dapat menggeneralisasikannya secara simbolik. Persamaan dengan hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kesenjangan antara kemampuan konkret dan abstrak merupakan isu umum di pembelajaran matematika tingkat SMP. Namun, penelitian ini berbeda karena dilakukan dalam cakupan 50 sekolah dengan konteks industri, sehingga memberikan gambaran lebih luas tentang variasi kemampuan siswa di lapangan.

Beberapa faktor yang mungkin berkontribusi terhadap rendahnya capaian indikator *symbolic and manipulation* antara lain model pembelajaran di sekolah yang masih dominan prosedural dan berorientasi pada latihan substitusi nilai fungsi tanpa melibatkan aktivitas eksploratif serta penalaran konseptual. Selain itu, minimnya penggunaan media visual interaktif seperti *GeoGebra* atau *Desmos* menyebabkan proses transisi dari representasi visual menuju simbolik tidak terfasilitasi dengan baik. Kurangnya penekanan guru terhadap pemahaman makna simbol matematis juga membuat siswa hanya menghafal bentuk tanpa memahami struktur hubungan antar variabel. Di sisi lain, kesiapan kognitif siswa yang masih berada pada tahap operasional konkret menyebabkan proses abstraksi simbolik membutuhkan *scaffolding* yang kuat. Temuan ini selaras dengan pandangan Ellis (2017) dan Harel & Tall (2020) bahwa representasi simbolik merupakan bentuk tertinggi dari generalisasi yang memerlukan pemahaman relasional mendalam, bukan sekadar manipulasi simbol.

Konteks Cilegon sebagai kota industri memberikan perspektif tambahan yang penting. Lingkungan sosial-ekonomi dan budaya belajar siswa dipengaruhi oleh karakteristik keluarga pekerja industri, gaya hidup praktis, dan waktu belajar yang terbatas di rumah. Sebagian besar sekolah di wilayah industri memiliki variasi dalam fasilitas teknologi pendidikan dan sumber daya guru. Kondisi ini dapat menjelaskan mengapa kemampuan awal seperti *perception of generality* berkembang baik melalui pengalaman visual dan konkret, sementara kemampuan abstrak seperti simbolik kurang terlatih.

Dengan demikian, konteks lokal dapat menjadi pertimbangan bagi MGMP Matematika Kota Cilegon dalam merancang strategi pembelajaran yang lebih adaptif, misalnya melalui:

1. Pendekatan pembelajaran berbasis masalah yang kontekstual dengan dunia industri,
2. Pemanfaatan perangkat digital untuk membantu visualisasi relasi dan fungsi,
3. Pelatihan guru untuk memperkuat pembelajaran berpusat pada penalaran dan eksplorasi.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian terhadap 368 siswa SMP di Kota Cilegon pada materi relasi dan fungsi, ditemukan bahwa kemampuan generalisasi matematis siswa berada pada kategori sedang dengan nilai rata-rata 2,08. Hal ini menunjukkan bahwa siswa telah mampu mengenali pola dan keteraturan dasar dalam suatu relasi, namun belum dapat mengembangkan representasi simbolik secara optimal. Jika dilihat berdasarkan tiga indikator kemampuan generalisasi menurut Indriani Sitorus & Sutirna (2023), pertama, pada indikator *perception of generality*, sebagian besar siswa mampu mengidentifikasi pola keteraturan dengan baik, meskipun masih ada yang kesulitan memahami hubungan antar unsur himpunan. Kedua, pada indikator *expression of generality*, sebagian besar siswa dapat mengekspresikan hasil pengamatan pola dalam bentuk pernyataan umum secara verbal, namun belum disertai alasan konseptual yang kuat. Ketiga, pada indikator *symbolic and manipulation of generality*, sebagian besar siswa mengalami kesulitan dalam menuliskan bentuk simbolik fungsi, memanipulasi variabel, dan memahami notasi $f(x)$ dengan benar, yang merupakan aspek paling lemah dari keseluruhan kemampuan generalisasi siswa. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menggambarkan perlunya penguatan pembelajaran berbasis konsep, penalaran, dan eksplorasi untuk membantu siswa bertransisi dari pemahaman konkret menuju representasi simbolik.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, beberapa saran dapat diajukan. Pertama, bagi guru matematika, disarankan untuk menerapkan strategi pembelajaran yang berorientasi pada pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi, seperti problem-based learning, discovery learning, atau inquiry-based learning. Strategi ini memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengeksplorasi pola, mengajukan konjektur, dan menggeneralisasi hubungan matematis melalui kegiatan yang menantang dan bermakna, serta mendorong kesadaran reflektif dengan menjelaskan alasan di balik setiap pola atau hubungan yang ditemukan. Kedua, bagi sekolah dan MGMP Matematika, disarankan untuk memfasilitasi pelatihan guru yang fokus pada pembelajaran berbasis penalaran dan eksplorasi konsep, serta menyediakan media digital interaktif seperti GeoGebra, Desmos, atau simulasi fungsi berbasis spreadsheet untuk memvisualisasikan dan mengonseptualisasikan relasi dan fungsi. MGMP juga dapat mengembangkan bank soal berbasis penalaran dan generalisasi matematis untuk membantu guru menyusun instrumen pembelajaran dan penilaian yang sesuai dengan kompetensi abad ke-21. Ketiga, bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan dengan pendekatan mixed method guna mengeksplorasi proses berpikir siswa secara lebih

mendalam dan mengkaji pengembangan intervensi pembelajaran pada materi yang lebih kompleks, seperti fungsi linear, barisan, dan pola bilangan, untuk memperkaya analisis kemampuan generalisasi matematis siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Bills, L., Rowland, T., & Watson, A. (2021). Generalising mathematical ideas: Students' reasoning and teachers' pedagogical responses. *Educational Studies in Mathematics*, 106(3), 325–344. <https://doi.org/10.1007/s10649-020-10022-7>
- Ellis, A. B., Lockwood, E., Tillema, E., & Moore, K. (2022). Generalization Across Multiple Mathematical Domains: Relating, Forming, and Extending. *Cognition and Instruction*, 40(3), 351–384. <https://doi.org/10.1080/07370008.2021.2000989>
- Ellis, A. B. (2017). Connections between generalizing and justifying: Students' reasoning with linear relationships. *Journal for Research in Mathematics Education*, 38(3), 194–229.
- Harel, G., & Tall, D. (2020). *Mathematical ways of thinking: Generalization and abstraction*. Routledge.
- Hayuningrat, N. P. R., & Rosnawati, R. (2022). Pengembangan perangkat pembelajaran berbasis Realistic Mathematics Education untuk meningkatkan kemampuan generalisasi matematis siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 10(2), 145–158. <https://doi.org/10.21831/jpms.v10i2.12345>
- Kemdikbudristek. (2024). Rapor Pendidikan Indonesia tahun 2024: Capaian literasi dan numerasi nasional. *Pusat Asesmen Pendidikan*.
- Lesmana, D. A., Hidayat, W., & Rohaeti, E. E. (2024). Pengaruh pendekatan metaphorical thinking terhadap kemampuan generalisasi dan kepercayaan diri matematis siswa SMP. *Jurnal Mosharafa: Pendidikan Matematika*, 13(1), 101–112. <https://doi.org/10.31980/mosharafa.v13i1.4231>
- Indriani Sitorus, Y., & Sutirna. (2023). analisis kemampuan generalisasi siswa SMP negeri 08 karawang pada materi segitiga. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 6(1), 2502–8391.
- Nasrun, A., Muzaini, M., & Kamaruddin, A. (2023). Gender differences in mathematical generalization and quantitative reasoning of junior high school students. *Infinity Journal*, 12(1), 29–40. <https://doi.org/10.22460/infinity.v12i1.3350>
- Naraswari, P., Kusmayadi, T. A., & Fitriana, L. (2023). Analisis kemampuan generalisasi matematis siswa SMP ditinjau dari gaya kognitif. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 12(2), 513–524. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i2.7021>
- Novaliyosi, Yuhana, Y., & Khaerunnisa, E. (2022). pengembangan lembar kerja interaktif untuk mendukung kemampuan berpikir tingkat tinggi pada pembelajaran daring. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(3), 1640–1655. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i3.5334>
- OECD. (2023). PISA 2022 results (Volume I): The state of learning outcomes. *OECD Publishing*. <https://doi.org/10.1787/6f00c1f4-en>
- Park, J., & Kim, D. (2017). Students' generalization in functional thinking and its relationship to algebraic reasoning. *International Journal of Science and*

Mathematics Education, 15(4), 703–723. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9721-8>

- Pujiastuti, H., & Haryadi, R. (2023). Enhancing mathematical literacy ability through guided inquiry learning with augmented reality. *Journal of Education and E-Learning Research*, 10(1), 43–50. <https://doi.org/10.20448/jeelr.v10i1.4338>
- Pujiastuti, H., Haryadi, R., & Arifin, A. M. (2020). The development of Augmented Reality-based learning media to improve students' ability to understand mathematics concept. *Unnes Journal of Mathematics Education*, 9(2), 92–101. <https://doi.org/10.15294/ujme.v9i2.39340>
- Pujiastuti, H., Haryadi, R., & Ridwan, F. (2020). development of mathematics teaching materials based on scientific approach for mathematics learning. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 9(3), 591. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v9i3.2902>
- Rahmawati, D., Suryadi, D., & Nurlaelah, E. (2023). Penggunaan buku ajar berbasis realistik untuk meningkatkan kemampuan koneksi dan generalisasi matematis siswa SMP. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 10(3), 225–237. <https://doi.org/10.21831/jrpm.v10i3.56621>
- Suryowati, M., & Aini, F. N. (2025). Analisis kemampuan generalisasi matematis siswa SMP melalui penyelesaian masalah terbuka. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Matematika (JPPM)*, 15(1), 45–57. <https://doi.org/10.24246/jppm.v15i1.4557>
- Sutini Martha, D., Novaliyosi, Jaenudin, & Rafianti, I. (2021). LKS berbasis STEM yang mendukung kemampuan pemahaman konsep matematis siswa smp. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Matematika*, 14(1), 62–72.
- Yani, A. N., & Hendriana, H. (2024). Pengaruh keterampilan metakognitif terhadap kemampuan generalisasi matematis siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Matematika RAFA*, 10(2), 122–134. <https://doi.org/10.19109/jpmrafa.v10i2.8762>