

Deskripsi Kemampuan Generalisasi Matematis Siswa pada Materi Eksponen melalui Pembelajaran PACE

Riski Novalina^{1*}, Yusuf Hartono²

Universitas Sriwijaya, Indralaya, Indonesia^{1*,2}

riskinovalinaaaaa@gmail.com^{1*}, yhartono@unsri.ac.id²

ABSTRAK

Kemampuan generalisasi matematis membantu dalam mengenali pola dan membentuk aturan umum. Model *project, activity, cooperative learning, exercise* (PACE) dipilih karena mendorong keterlibatan aktif siswa dalam membangun pengetahuan. Penelitian memiliki tujuan mendeskripsikan kemampuan generalisasi matematis siswa pada materi eksponen setelah mengikuti pembelajaran menggunakan model PACE. Penelitian menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan subjek penelitian siswa kelas X.3 SMAN 2 Indralaya Utara. Pengumpulan data dilakukan melalui tes uraian yang telah dinyatakan sangat valid berdasarkan penilaian tiga orang validator, lalu dianalisis secara deskriptif berdasarkan indikator kemampuan generalisasi. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa kemampuan generalisasi matematis siswa termasuk dalam kategori sedang. Indikator *perception of generality* memiliki persentase ketercapaian tertinggi, sedangkan *manipulation of generality* terendah. Temuan tersebut menunjukkan bahwa siswa telah mampu mengenali pola pada materi eksponen, namun masih mengalami kendala ketika menggunakan bentuk umum untuk menyelesaikan permasalahan lanjutan. Penelitian ini memberikan gambaran mengenai ketercapaian setiap indikator kemampuan generalisasi matematis siswa pada materi eksponen setelah pembelajaran menggunakan model PACE.

Kata kunci : kemampuan generalisasi matematis, model PACE, eksponen

ABSTRACT

The ability to generalize in mathematics helps in recognizing patterns and creating general rules. The project, activity, cooperative learning, exercise (PACE) model was chosen because it encourages students to actively build their own knowledge. This study aims to describe students' mathematical generalization abilities on exponent material after participating in learning using the PACE model. The research used a quantitative descriptive method with the subjects being students of class X.3 at SMAN 2 Indralaya Utara. Data were collected through essay tests that had been rated highly valid by three validators, and then analyzed descriptively based on generalization ability indicators. The results showed that students' mathematical generalization ability fell into the medium category. The perception of generality indicator had the highest achievement percentage, while manipulation of generality was the lowest. The findings show that students have been able to recognize patterns in exponent material, but still face difficulties when using the general form to solve advanced problems. This study provides an overview of the achievement of each indicator of students' mathematical generalization abilities in exponent material after learning using the PACE model.

Keywords : mathematical generalization ability, PACE model, exponent

PENDAHULUAN

Salah satu fungsi utama matematika adalah mengembangkan kemampuan berpikir secara logis, analitis, dan sistematis (Hadi et al., 2025). Berdasarkan NCTM (2000), penalaran matematis merupakan bagian dari standar proses dalam pembelajaran matematika. Kemampuan generalisasi matematis salah satu bagian penting dari penalaran yang perlu dikembangkan siswa (Huda et al., 2024). Kemampuan ini memungkinkan siswa menemukan keteraturan dari pola yang diamati, kemudian membentuk aturan umum yang berperan dalam menyelesaikan permasalahan pada situasi lain yang sejenis (Setiawan et al., 2020).

Kemampuan generalisasi matematis berperan sebagai landasan dalam pembelajaran matematika karena memungkinkan siswa mengidentifikasi aturan umum dari berbagai kasus khusus (Wilkie, 2016). Menurut Varhol et al. (2021), proses generalisasi merupakan aktivitas utama dalam pembelajaran aljabar karena berperan dalam mengembangkan kemampuan berpikir aljabar siswa. Hasil penelitian Medová et al. (2020) juga menunjukkan bahwa kemampuan generalisasi memiliki hubungan yang erat dengan kemampuan penalaran matematis dalam penyelesaian masalah. Menurut Mason (1996), generalisasi matematis merupakan proses berpikir yang melibatkan kemampuan mengidentifikasi keteraturan, menemukan pola, membentuk aturan umum, serta menerapkan aturan tersebut pada situasi lain. Sejalan dengan pendapat tersebut, Jackson & Stenger (2024) menyatakan kemampuan generalisasi diartikan sebagai kemampuan siswa untuk mengenali keteraturan dan mengembangkan hasil pengamatan tersebut menjadi kesimpulan yang lebih luas. Kemampuan ini berperan penting dalam membantu siswa memahami berbagai konsep matematika (Karabulut & Özmen, 2018). Selain itu, Mata-Pereira & da Ponte (2017) menjelaskan bahwa proses generalisasi yang mendalam terbentuk melalui aktivitas menemukan dan menganalisis pola.

Kemampuan generalisasi matematis dianalisis berdasarkan empat indikator yang dikemukakan oleh Mason (1996), yaitu *perception of generality*, *expression of generality*, *symbolic expression of generality*, dan *manipulation of generality*. *Perception of generality* merupakan kemampuan siswa dalam mengenali pola dan keteraturan hubungan yang muncul dari permasalahan yang diamati (Muslimah et al., 2025). *Expression of generality* adalah kemampuan siswa menjelaskan aturan atau pola yang telah ditemukan berdasarkan identifikasi sebelumnya (Sitorus & Sutirna, 2023). *Symbolic expression of generality* merupakan kemampuan siswa menghasilkan aturan atau pola umum dan memformulasikannya ke dalam bentuk simbol atau notasi matematika (Naraswari et al., 2023). Adapun *manipulation of generality* merupakan kemampuan siswa dalam menggunakan generalisasi yang telah diperoleh untuk menyelesaikan masalah serta memanfaatkan pola yang diperoleh pada permasalahan lain (Dwirahayu et al., 2018). Keempat indikator tersebut menggambarkan tahapan proses generalisasi matematis siswa, mulai dari mengenali pola hingga menerapkan hasil generalisasi dalam situasi yang lebih kompleks (Suryowati & Aini, 2025).

Kemampuan generalisasi matematis berkontribusi terhadap pembentukan pemahaman konsep yang lebih bermakna (Suwanto et al., 2023). Melalui kemampuan tersebut, siswa tidak hanya berfokus pada penyelesaian suatu kasus tertentu, tetapi juga dapat melihat hubungan yang lebih luas sehingga konsep matematika dapat dipahami secara menyeluruh (Yuni & Fisa, 2020). Selain itu, kemampuan generalisasi membantu siswa menghubungkan pengetahuan baru dengan konsep yang telah

dipahami sebelumnya, sehingga kesalahan dalam proses berpikir matematis dapat diminimalkan (Husnuddu'a et al., 2022).

Berbagai kajian terdahulu mengungkapkan bahwa kemampuan generalisasi masih menjadi salah satu aspek yang memerlukan perhatian dalam pembelajaran matematika. Hasil penelitian Azizah et al. (2022), Marwiyah et al. (2020), dan juga Wahyuni et al. (2022) mengungkapkan bahwa banyak siswa menghadapi kesulitan ketika harus mengidentifikasi pola, menyusun bentuk umum, maupun menerapkan pola tersebut dalam penyelesaian masalah. Padahal, kemampuan generalisasi merupakan salah satu komponen penting dalam penalaran matematika yang mendukung keberhasilan siswa dalam membangun konsep dan memahami hubungan antarkonsep (Elly S & Refianti, 2022; Husnuddu'a et al., 2022). Kemampuan ini berperan penting dalam mendukung kemampuan siswa menyelesaikan masalah matematika sehingga perlu dikembangkan melalui pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk terlibat aktif dalam proses berpikir (Pradana & Murtiyasa, 2020).

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi rendahnya kemampuan siswa, yaitu pembelajaran yang cenderung berorientasi pada guru membuat keterlibatan siswa dalam membangun pengetahuan belum maksimal (Yasmin & Negara, 2024). Selanjutnya, siswa juga memiliki keterbatasan pengalaman dalam menyelesaikan permasalahan yang menuntut penalaran logis dan sistematis (Tampubolon et al., 2025). Kondisi tersebut menunjukkan perlunya model pembelajaran yang dapat membantu partisipasi aktif siswa di dalam proses pembelajaran.

Model PACE merupakan model pembelajaran yang menekankan keterlibatan aktif siswa melalui kegiatan proyek, aktivitas, pembelajaran kooperatif, dan latihan (Lee, 1998). Karakteristik tersebut sejalan dengan pendekatan konstruktivistik yang menempatkan siswa sebagai pusat pembelajaran melalui aktivitas, kolaborasi, dan eksplorasi sehingga siswa dapat membangun pengetahuannya secara aktif (Rehman et al., 2024). Penelitian lain menyatakan jika model PACE mampu mendukung pengembangan kemampuan matematis siswa, seperti kemampuan penalaran matematis (Fitriani et al., 2024; Pratama et al., 2024; Siregar, 2019). Mengingat kemampuan generalisasi matematis termasuk salah satu aspek dari kemampuan penalaran matematis (Huda et al., 2024), model PACE dipandang memiliki karakteristik yang relevan untuk memfasilitasi proses generalisasi matematis siswa.

Salah satu topik matematika yang menuntut kemampuan generalisasi adalah eksponen. Materi eksponen menuntut siswa mengenali pola pertumbuhan bilangan, membangun aturan umum, serta merepresentasikannya dalam bentuk simbolik. Dengan demikian, materi eksponen tidak hanya menekankan keterampilan berhitung, tetapi juga menuntut kemampuan berpikir abstrak dan kemampuan menyusun aturan umum (Putri et al., 2023; Rahma, 2022). Di sisi lain, beberapa kajian melaporkan bahwa siswa masih menemukan kendala dalam memahami konsep eksponen, terutama dalam menentukan sifat-sifat eksponen yang tepat dan menggunakannya untuk menyelesaikan masalah kontekstual (Putra & Oktaviane, 2022; Rezki et al., 2023). Temuan Junengsih & Sutirna (2022) juga menunjukkan bahwa kebanyakan siswa masih berada di kategori kemampuan rendah ketika harus menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan eksponen.

Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa model PACE efektif dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah (Khusuma et al., 2021), komunikasi matematis (Assaibin et al., 2020), berpikir kreatif matematis (Saputri et al., 2023),

serta penalaran matematis (Fitriani et al., 2024; Pratama et al., 2024). Namun, kajian yang difokuskan pada mendeskripsikan kemampuan generalisasi matematis siswa setelah mengikuti pembelajaran menggunakan model PACE masih sangat terbatas. Selain itu, kajian mengenai kemampuan generalisasi matematis pada materi eksponen berdasarkan ketercapaian setiap indikator juga belum banyak dilakukan. Oleh karena itu, masih diperlukan penelitian yang memberikan gambaran mengenai kemampuan generalisasi matematis siswa pada materi eksponen setelah mengikuti pembelajaran menggunakan model PACE.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif, yang bertujuan mendeskripsikan kemampuan generalisasi matematis siswa pada materi eksponen setelah mengikuti pembelajaran dengan model PACE. Pemilihan subjek penelitian dilakukan dengan menggunakan teknik *purposive sampling*, dengan menetapkan kriteria berupa siswa kelas X yang telah mempelajari materi eksponen. Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 2 Indralaya Utara pada tahun ajaran 2025/2026.

Pembelajaran menggunakan model PACE dilaksanakan dalam dua kali pertemuan. Pada pertemuan awal, peneliti melaksanakan pembelajaran materi eksponen menggunakan model PACE, dan pelaksanaan tes kemampuan dilakukan pada pertemuan kedua. Tahapan implementasi model PACE disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Implementasi model PACE pada materi eksponen

Pertemuan	Materi	Tahapan	Deskripsi
1	Konsep & sifat-sifat eksponen	<i>Project</i>	Siswa melakukan kegiatan eksplorasi dengan melipat selembar kertas secara berulang dan mengamati pola jumlah lipatan yang terbentuk.
		<i>Activity</i>	Siswa mengerjakan LKPD yang berisi permasalahan eksponen untuk menemukan pola dan hubungan yang muncul dari situasi yang diberikan.
		<i>Cooperative learning</i>	Siswa bertukar ide dan kerja sama dengan anggota kelompok untuk membahas hasil yang diperoleh.
		<i>Exercise</i>	Siswa mengerjakan latihan soal untuk memperkuat pemahaman mengenai konsep dan sifat-sifat eksponen.
2	Pelaksanaan tes tertulis	-	Siswa mengerjakan tes tertulis kemampuan generalisasi matematis.

Data penelitian diperoleh melalui tes kemampuan generalisasi matematis. Instrumen penelitian yaitu berupa tes uraian yang memuat dua soal, dengan masing-masing soal memiliki empat subsoal yang disusun berdasarkan indikator kemampuan generalisasi matematis.

Sebelum digunakan pada penelitian, instrumen divalidasi oleh tiga validator, yaitu dua dosen pendidikan matematika dan satu guru matematika. Kesesuaian indikator kemampuan, kesesuaian butir soal dengan materi, kejelasan makna soal, kejelasan batasan pertanyaan, serta penggunaan bahasa merupakan aspek yang dinilai

dalam proses validasi. Persentase validitas instrumen dihitung menggunakan rumus persentase validitas yang diadaptasi dari Solihah & Selawati (2024) sebagai berikut:

$$\text{Nilai Validitas (P)} = \frac{\text{Jumlah Skor yang diperoleh (F)}}{\text{Jumlah skor maksimum (N)}} \times 100\%$$

Tabel 2. Rekapitulasi hasil validasi instrumen

Validator	Skor diperoleh	Skor maksimum	Persentase
validator 1	26	32	81,25%
validator 2	31	32	96,88%
validator 3	31	32	96,88%
Rata-rata			91,67%

Interpretasi hasil validasi mengacu pada kriteria yang dikemukakan oleh Dewi & Izzati (2020). Berdasarkan hasil validasi, instrumen memperoleh skor rata-rata sebesar 91,67%, sehingga termasuk dalam kategori sangat valid.

Setelah instrumen dinyatakan valid dan layak digunakan, penilaian kemampuan generalisasi matematis siswa dilakukan menggunakan rubrik penskoran berdasarkan masing-masing indikator kemampuan sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rubrik Penskoran

Indikator	Kriteria Penilaian	Skor
<i>Perception of generality</i>	Peserta didik dapat mengidentifikasi pola yang terbentuk dari suatu permasalahan dengan tepat.	3
	Peserta didik dapat mengidentifikasi pola yang terbentuk dari suatu permasalahan namun kurang tepat.	2
	Peserta didik dapat mengidentifikasi pola yang terbentuk dari suatu permasalahan tetapi salah.	1
	Peserta didik tidak dapat menjawab soal yang diberikan.	0
<i>Expression of generality</i>	Peserta didik dapat menggunakan identifikasi pola untuk menentukan pola selanjutnya dengan tepat.	3
	Peserta didik dapat menggunakan identifikasi pola untuk menentukan pola selanjutnya namun belum tepat.	2
	Peserta didik dapat menggunakan identifikasi pola untuk menentukan pola selanjutnya tetapi salah	1
	Peserta didik tidak dapat menjawab soal yang diberikan.	0
<i>Symbolic Expression of generality</i>	Peserta didik dapat menentukan pola umum dari permasalahan dengan tepat.	3
	Peserta didik dapat menentukan pola umum dari permasalahan namun belum tepat.	2
	Peserta didik dapat menentukan pola umum dari permasalahan tetapi salah.	1
	Peserta didik tidak menjawab soal yang diberikan.	0
<i>Manipulation of generality</i>	Peserta didik dapat menyelesaikan permasalahan dengan menggunakan hasil generalisasi dengan tepat.	3
	Peserta didik dapat menyelesaikan permasalahan dengan menggunakan hasil generalisasi namun kurang tepat.	2
	Peserta didik dapat menyelesaikan permasalahan dengan menggunakan hasil generalisasi tetapi salah.	1
	Peserta didik tidak dapat menjawab soal yang diberikan.	0

Data hasil tes dianalisis secara deskriptif berdasarkan indikator kemampuan. Skor yang diperoleh siswa dihitung, kemudian dikonversikan ke dalam bentuk persentase menggunakan rumus berikut.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{skor siswa}}{\text{skor maksimum}} \times 100$$

Selanjutnya, kemampuan generalisasi matematis siswa diklasifikasikan ke dalam tiga kategori, yaitu tinggi, sedang, dan rendah menggunakan kriteria berlandaskan pada nilai rata-rata dan standar deviasi. Pengkategorian ini didasarkan pada kriteria penilaian yang mengacu pada pendapat Lestari & Annizar (2020) yang disajikan berikut ini.

Tabel 4. Kategori Kemampuan Generalisasi Matematis Siswa

Nilai Akhir	Kategori
$X \geq 70,50$	Tinggi
$26,20 \leq X \leq 70,50$	Sedang
$X < 26,20$	Rendah

Persentase siswa pada setiap kategori dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{jumlah siswa pada kategori} - i}{\text{jumlah siswa yang mengikuti tes}} \times 100$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kemampuan generalisasi matematis siswa dideskripsikan melalui hasil tes yang diberikan setelah pelaksanaan pembelajaran dengan model PACE pada materi eksponen. Pengolahan data hasil tes menunjukkan bahwa kemampuan generalisasi matematis siswa memiliki skor rata-rata sebesar 48,35 dengan standar deviasi sebesar 22,15. Kategori kemampuan generalisasi matematis ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Distribusi kemampuan generalisasi matematis siswa

Nilai Akhir	Kategori	Frekuensi	Persentase
$X \geq 70,50$	Tinggi	4	17,39%
$26,20 \leq X \leq 70,50$	Sedang	15	65,22%
$X < 26,20$	Rendah	4	17,39%

Berdasarkan Tabel 5, sebagian besar siswa tergolong dalam kategori sedang. Hasil tersebut menunjukkan bahwa siswa telah mampu memenuhi beberapa indikator kemampuan generalisasi matematis, namun belum secara optimal pada seluruh indikator. Selaras dengan penelitian Elly S & Refianti (2022) serta Husnuddu'a et al. (2022) yang mengungkapkan jika kemampuan generalisasi matematis siswa umumnya berada pada kategori sedang karena siswa masih mengalami kesulitan dalam menyatakan bentuk umum dan menerapkan hasil generalisasi pada permasalahan yang lebih kompleks.

Ketercapaian kemampuan generalisasi matematis siswa dianalisis melalui empat indikator utama. Hasil analisis ketercapaian indikator ditampilkan pada Tabel berikut.

Tabel 6. Persentase ketercapaian setiap indikator kemampuan generalisasi matematis

Indikator	Persentase
<i>Perception of Generality</i>	65,22%
<i>Expression of generality</i>	39,13%
<i>Symbolic expression of generality</i>	56,52%
<i>Manipulation of Generality</i>	34,78%

Ketercapaian indikator kemampuan generalisasi matematis siswa menunjukkan variasi pada setiap indikator. Indikator *perception of generality* memperoleh persentase ketercapaian tertinggi, yaitu sebesar 65,22%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar siswa telah mampu mengenali pola dan keteraturan yang terdapat pada permasalahan eksponen. Sebaliknya, indikator *manipulation of generality* memperoleh persentase terendah, yaitu sebesar 34,78%, yang mengindikasikan bahwa siswa masih mengalami kesulitan menggunakan bentuk umum yang telah diperoleh untuk menyelesaikan permasalahan baru. Kondisi ini menunjukkan bahwa kemampuan siswa lebih tinggi pada tahap mengenali pola dibandingkan pada tahap menerapkan hasil generalisasi dalam konteks yang lebih kompleks.

Untuk memperoleh gambaran lebih rinci mengenai ketercapaian indikator kemampuan, Tabel 7 menyajikan rangkuman indikator yang muncul pada masing-masing subjek.

Tabel 7. Rangkuman Indikator yang Muncul pada Setiap Subjek

Subjek	POG	EOG	SEOG	MOG	POG	EOG	SEOG	MOG
Subjek SO	√	√	√	√	√	√	√	√
Subjek NV	√	√	√	—	√	—	√	—
Subjek DAA	√	—	√	—	√	—	—	—

Berdasarkan Tabel 7, terlihat bahwa kemunculan indikator kemampuan berbeda-beda setiap kategori kemampuan. Uraian berikut mendeskripsikan secara mendalam jawaban subjek pada kategori tinggi, sedang, dan rendah.

17. a). Jumlah Bakteri Setelah 30 detik:
 $50 \times 2 = 100$ bakteri
Jumlah bakteri Setelah 60 detik:
 $100 \times 2 = 200$ bakteri
Jumlah bakteri Setelah 90 detik:
 $200 \times 2 = 400$ bakteri
b). ~~50~~ $\times 2$ Detik ke 120 :
 $400 \times 2 = 800$ bakteri
 $= 50 \times 2^4 = 50 \times 16 = 800$ bakteri.
c). $B(t) = 50 \times 2^{(t/30)}$
d). $B(t) = 50 \times 2^{(180/30)}$
 $= 50 \times 2^6$
 $= 50 \times 64$
 $= 3200$ bakteri. 3.200 bakteri

2). a). Jumlah : 3 komputer terinfeksi;
- Akan Menjadi 2 kali lipat setiap 5 jam.
Jumlah komputer yg terinfeksi Setelah 5 jam
 $3 \times 2 = 6$ komputer
Jumlah komputer yang terinfeksi Setelah 10 jam:
 $6 \times 2 = 12$ komputer
Jumlah komputer yg terinfeksi Setelah 15 jam
 $12 \times 2 = 24$ komputer.
b). Jumlah komputer yg terinfeksi Setelah 20 jam:
 $24 \times 2 = 48 \rightarrow$ sesuai rangkainya $3 \times 2^4 = 3 \times 16 = 48$ komputer.
c). $V(t) = 3 \times 2^{(t/5)}$
d). $V(t) = 3 \times 2^{(40/5)}$
 $= 3 \times 2^8$
 $= 3 \times 128$
 $= 384$ komputer.

Gambar 1. Hasil jawaban subjek SO

Subjek SO mampu memenuhi seluruh indikator kemampuan generalisasi matematis. Pada indikator *perception of generality*, SO dapat mengenali pola pertumbuhan eksponensial dengan mengidentifikasi bahwa jumlah bakteri maupun komputer selalu bertambah dua kali lipat pada setiap interval waktu. Pada indikator

expression of generality, SO dapat menggunakan pola tersebut untuk menentukan nilai pada tahap berikutnya, seperti memperoleh 800 bakteri setelah 120 detik dan 48 komputer setelah 20 jam. Selanjutnya pada indikator *symbolic expression of generality*, SO mampu memformulasikan pola ke dalam bentuk umum, yaitu $B(t) = 50 \times 2^{\frac{t}{30}}$ dan $V(t) = 3 \times 2^{\frac{t}{5}}$. Pada indikator *manipulation of generality*, SO dapat menggunakan bentuk umum tersebut untuk menyelesaikan permasalahan lanjutan dengan tepat, yaitu menentukan jumlah bakteri setelah 180 detik dan jumlah komputer setelah 35 jam.

Handwritten work for subject NV:

1. a) Jumlah bakteri setelah 30 detik, 60, 90
~~30~~ 30 detik = 100
60 detik = 200
90 detik = 400

b) $120 = 400 \times 2 = 800$

c) $B(t) = 50 \times 2^{t/30}$

d) $B(180) = 50 \times 2^{180/30}$
 $= 50 \times 2^6$
 $= 50 \times 64 = 3.200$ bakteri

2. a. 5 jam = 6 komputer
10 jam = 12 komputer
15 jam = 24 komputer

b. $20 \text{ jam} = 24 \times 2 = 48$

c. $V(t) = 3 \times 2^{t/5}$

d. $V(35) = 3 \times 2^{35/5}$
 $= 3 \times 2^7$
 $= 3 \times 128$
 $= 384$

Gambar 2. Hasil jawaban subjek NV

Subjek NV mampu memenuhi indikator *perception of generality* dengan mengenali pola pertumbuhan eksponensial pada permasalahan bakteri dan komputer yang bertambah dua kali lipat pada setiap interval waktu. Pada indikator *expression of generality*, subjek mampu menentukan jumlah bakteri setelah 120 detik dengan menggunakan pola yang telah ditemukan. Namun, NV masih belum sepenuhnya memenuhi indikator ini karena masih melakukan kesalahan dalam menuliskan bentuk pangkat. Pada indikator *symbolic expression of generality*, subjek mampu memformulasikan pola ke dalam bentuk umum, yaitu $B(t) = 50 \times 2^{\frac{t}{30}}$ dan $V(t) = 3 \times 2^{\frac{t}{5}}$, sehingga menunjukkan kemampuan dalam merepresentasikan pola ke dalam bentuk simbolik. Akan tetapi, pada indikator *manipulation of generality*, NV belum mampu menggunakan hasil generalisasi secara tepat pada permasalahan yang diberikan. Kesalahan yang muncul berupa kekeliruan dalam menentukan bentuk pangkat dan melakukan perhitungan, sehingga jawaban yang diperoleh tidak sesuai. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa NV dapat mengenali pola serta menyusun aturan umum, tetapi masih mengalami kesulitan ketika harus menerapkan hasil generalisasi pada situasi yang lebih kompleks.

Handwritten work for subject DAA:

1. 30 detik = 100
60 detik = 200
90 detik = 400

2. a. 5 jam = 6 komputer
10 jam = 12 komputer
15 jam = 24 komputer

b. $20 \text{ jam} = 24 \times 2 = 48$

c. $C(t) = 3 \times 2^{t/5}$

d. $C(6) = 3 \times 2^{6/5}$

Gambar 3. Hasil jawaban subjek DAA

Subjek DAA mampu memenuhi indikator *perception of generality* pada kedua soal. DAA mampu mengenali pola pertumbuhan yang terjadi dengan menentukan jumlah bakteri dan komputer pada beberapa interval waktu berikutnya. Namun, pada indikator *expression of generality*, DAA belum mampu mengungkapkan keteraturan pola secara tepat. Pada indikator *symbolic expression of generality*, DAA hanya mampu memenuhi indikator pada soal pertama dengan menuliskan bentuk umum $(B) = 50 \times 2^{\frac{t}{30}}$. Sementara itu, pada soal kedua DAA belum mampu memformulasikan aturan umum secara simbolik dengan benar karena bentuk eksponen yang dituliskan tidak sesuai dengan pola yang diberikan. Adapun pada *manipulation of generality*, DAA masih mengalami kesulitan dalam memanfaatkan hasil generalisasi yang diperoleh. Kesalahan yang muncul tidak hanya pada penulisan bentuk pangkat, tetapi juga karena DAA tidak menyelesaikan jawaban. Hal ini memperlihatkan bahwa DAA dapat mengenali pola yang diberikan, namun masih mengalami kesulitan dalam mengungkapkan keteraturan pola, memformulasikan bentuk umum, serta menerapkan hasil generalisasi untuk menyelesaikan permasalahan yang lebih kompleks.

Berdasarkan hasil jawaban, subjek dengan kategori tinggi mampu memunculkan seluruh indikator kemampuan generalisasi. Kondisi ini mencerminkan bahwa siswa berkategori tinggi telah mampu melalui poses generalisasi secara utuh, mulai dari mengenali pola, menjelaskan pola, membentuk aturan umum, hingga menerapkan aturan tersebut dalam penyelesaian masalah (Fitriyah et al., 2021). Temuan serupa dilaporkan oleh Hartri & Hakim (2023) yang menyatakan bahwa siswa berkemampuan tinggi mampu mencapai seluruh tahapan generalisasi. Hasil yang sama juga dilaporkan oleh Aprilita et al. (2016) bahwa siswa dengan kategori tinggi untuk setiap aspeknya mendapatkan skor maksimal.

Subjek berkategori sedang mampu memenuhi sebagian indikator kemampuan generalisasi. Hasil ini mencerminkan bahwa subjek dapat mengenali pola serta sebagian mampu membentuk aturan umum, namun proses generalisasi belum berlangsung secara lengkap karena siswa masih mengalami kesulitan mengembangkan pola tersebut menjadi generalisasi yang lengkap. Temuan ini didukung oleh Aprilita et al. (2016) yang menyatakan bahwa siswa cenderung lebih mudah mengenali pola dan keteraturan, namun masih mengalami kesulitan ketika harus mengembangkan pola tersebut menjadi generalisasi yang lengkap dan menggunakannya dalam penyelesaian masalah.

Sementara subjek pada kategori rendah hanya mampu memunculkan indikator *perception of generality* saja. Ketidakmampuan mengembangkan pola menjadi aturan umum menyebabkan proses generalisasi berhenti pada tahap awal sehingga indikator berikutnya tidak dapat dimunculkan. Selaras dengan Yuni & Fisa (2020) yang menunjukkan bahwa siswa mampu menemukan pola dari kasus yang diamati, namun masih mengalami kesulitan dalam membentuk generalisasi. Temuan ini didukung juga oleh penelitian Hartri & Hakim (2023) yang menunjukkan bahwa subjek berkemampuan rendah hanya mampu mengidentifikasi pola yang terdapat pada masalah, tetapi belum mampu mengembangkan pola tersebut menjadi bentuk generalisasi. Akibatnya siswa belum dapat memenuhi indikator lainnya.

Rendahnya capaian indikator *manipulation of generality* menunjukkan bahwa siswa masih kesulitan menerapkan hasil generalisasi untuk menyelesaikan permasalahan. Kesulitan ini disebabkan oleh ketidakmampuan siswa dalam

memahami maksud soal secara tepat, sehingga mengalami kesalahan dalam menentukan bentuk pangkat, menggunakan rumus, dan melakukan perhitungan. Hasil tersebut konsisten dengan penelitian Sitorus & Sutirna (2023) yang mengungkapkan bahwa siswa belum bisa menerapkan keteraturan yang ditemukan untuk menyelesaikan permasalahan karena masih mengalami kesalahan dalam memahami pola dan melakukan perhitungan. Selain itu, Muslimah et al. (2025) menyatakan bahwa siswa lebih mudah mengenali pola dibandingkan mengubahnya ke dalam bentuk simbolik dan menggunakan hasil generalisasi secara lengkap dalam penyelesaian masalah. Kondisi tersebut menyebabkan siswa tidak dapat menggunakan aturan umum yang telah diperoleh secara tepat dalam penyelesaian masalah.

Capaian indikator *perception of generality* menjadi yang tertinggi karena pada tahap ini siswa hanya dituntut mengidentifikasi pola dan keteraturan saja. Tahapan ini lebih mudah dibandingkan indikator lainnya yang menuntut siswa menyusun bentuk umum serta menggunakannya untuk menyelesaikan permasalahan baru. Kondisi tersebut sejalan dengan Muslimah et al. (2025) yang menemukan bahwa siswa relatif mampu mengenali pola dan keteraturan dasar. Temuan tersebut juga didukung oleh Ramdhani (2018) yang menyatakan bahwa indikator ini memiliki persentase ketercapaian tertinggi dibandingkan indikator generalisasi lainnya, yaitu sebesar 89%.

Hasil penelitian ini mendeskripsikan kemampuan generalisasi matematis siswa pada materi eksponen melalui analisis ketercapaian setiap indikator generalisasi matematis siswa setelah pembelajaran menggunakan model PACE. Temuan penelitian ini mengungkapkan bahwa ketercapaian kemampuan generalisasi matematis belum berkembang secara merata, ditandai dengan indikator *perception of generality* yang memiliki persentase ketercapaian tertinggi, sedangkan *manipulation of generality* merupakan indikator dengan persentase ketercapaian terendah. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa meskipun siswa mampu mengenali pola pada permasalahan eksponen, mereka masih mengalami kesulitan dalam menggunakan bentuk umum yang diperoleh untuk menyelesaikan permasalahan lanjutan. Hasil penelitian ini melengkapi penelitian sebelumnya dengan menyajikan informasi mengenai ketercapaian setiap indikator kemampuan generalisasi matematis pada materi eksponen setelah menggunakan model PACE. Dengan demikian, penelitian ini memberikan gambaran mengenai tahapan kemampuan generalisasi matematis yang telah dan belum dikuasai siswa, sehingga dapat menjadi dasar dalam merancang pembelajaran yang lebih terarah.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, kemampuan generalisasi matematis siswa pada materi eksponen setelah mengikuti pembelajaran menggunakan model PACE berada pada kategori sedang. Ketercapaian indikator menunjukkan bahwa *perception of generality* memiliki persentase ketercapaian tertinggi, sedangkan *manipulation of generality* memiliki persentase ketercapaian terendah. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian siswa telah mampu mengenali pola dan keteraturan pada permasalahan eksponen, namun masih mengalami kesulitan dalam menggunakan bentuk umum yang telah diperoleh untuk menyelesaikan permasalahan lanjutan.

Penelitian ini memiliki keterbatasan, antara lain jumlah subjek penelitian relatif sedikit. Selain itu, penelitian ini hanya dilakukan pada materi eksponen dan menggunakan satu teknik pengumpulan data, yaitu tes, sehingga belum dilakukan

triangulasi data. Oleh karena itu, deskripsi kemampuan generalisasi matematis siswa dalam penelitian ini masih didasarkan pada hasil tes yang diperoleh.

Berdasarkan keterbatasan tersebut, peneliti selanjutnya disarankan melibatkan jumlah subjek penelitian yang lebih banyak, menggunakan materi matematika yang lebih beragam, serta menerapkan teknik pengumpulan data yang lebih bervariasi. Selain itu, penelitian selanjutnya dapat menggunakan desain penelitian eksperimen untuk mengkaji efektivitas suatu model pembelajaran terhadap kemampuan generalisasi matematis siswa secara lebih mendalam.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilita, P., Mirza, A., & Nursangaji, A. (2016). Analisis Kemampuan Generalisasi Matematis Siswa di Kelas VII Sekolah Menengah Pertama. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Khatulistiwa (JPPK)*, 5(10), 1–10. <https://doi.org/10.26418/jppk.v5i10.16777>
- Assaibin, M., Wahyuddin, & Husain, R. (2020). Kemampuan Berpikir Kreatif Dan Komunikasi Matematis Melalui Model PACE (Project activity cooperative exercise) Siswa Kelas VII SMP Negeri 1 Polewali. *Genta Mulia*, XI(2), 56–69. <https://doi.org/10.61290/gm.v11i2.262>
- Azizah, P. N., Maharani, S., & Suprpto, E. (2022). Kemampuan Generalisasi Siswa SMK dalam Menyelesaikan Masalah Barisan dan Deret berdasarkan Brain Dominance. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*, 4(4), 2425–2433. <https://doi.org/10.31004/jpdk.v4i4.5809>
- Dewi, M. D., & Izzati, N. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran PowerPoint Interaktif Berbasis RME Materi Aljabar Kelas VII SMP. *Delta: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 8(2), 217. <https://doi.org/10.31941/delta.v8i2.1039>
- Dwirahayu, G., Kustiawati, D., & Bidari, I. (2018). Pengaruh Habits Of Mind terhadap Kemampuan Generalisasi Matematis. *JPPM (Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran Matematika)*, 11(2), 91–104. <https://doi.org/10.30870/jppm.v11i2.3757>
- Elly S, A., & Refianti, R. (2022). Kemampuan Generalisasi Matematis Melalui Pendekatan Keterampilan Metakognitif di SMP Negeri Megang Sakti. *Jurnal Perspektif Pendidikan*, 16(1), 44–51. <https://doi.org/10.31540/jpp.v16i1.1569>
- Fitriani, K. I. N., Dwinata, A., & Putri, N. H. S. (2024). Peningkatan Kemampuan Penalaran Matematis menggunakan Model Pembelajaran PACE dengan Konteks Kemaritiman pada Siswa Kelas VIII SMP. *Symmetry | Pasundan Journal of Research in Mathematics Learning and Education*, 9(2), 246–252. <https://doi.org/10.23969/symmetry.v9i2.16319>
- Fitriyah, I. M., Arrifadah, Y., & Lailiyah, S. (2021). Semiotics of mathematics problem-solving in Mason's generalization. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 8(1), 1–21. <https://doi.org/10.21831/jrpm.v8i1.39621>
- Hadi, S., Dolk, M., Kamaliyah, & Hidayanto, T. (2025). Mathematical reasoning: How students learn mathematics? *Journal on Mathematics Education*, 16(3), 937–954. <https://doi.org/10.22342/jme.v16i3.pp937-954>
- Hartri, L., & Hakim, D. L. (2023). Kemampuan Generalisasi Matematis Siswa SMP pada Materi Segiempat dan Segitiga. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*, 5(2), 3082–3092. <https://doi.org/10.31004/jpdk.v5i2.13606>

- Huda, S., Mujib, A., & Ramdhani, S. (2024). Analisis Kemampuan Penalaran Matematis Siswa Kelas VII Berdasarkan Gaya Kognitif Field Independent dan Dependent. *Jurnal Didaktika Pendidikan Dasar*, 8(3), 1153–1176. <https://doi.org/10.26811/didaktika.v8i3.1619>
- Husnuddu'a, A. U., Sarjana, K., Kurniawan, E., & Soeprianto, H. (2022). Pengaruh Kecenderungan Berpikir Kritis terhadap Kemampuan Generalisasi Matematis pada Materi Barisan dan Deret Siswa Kelas XII SMA Negeri 1 Narmada. *Journal of Mathematics Education and Application*, 2(4), 988–1001. <https://doi.org/10.29303/griya.v2i4.248>
- Jackson, J. L., & Stenger, C. L. (2024). Methods of Explicitly Teaching Generalization in the Mathematics Classroom and Indicators of Success: A Systematic Review. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)*, 12(4), 1109–1126. <https://doi.org/10.46328/ijemst.4171>
- Junengsih, J., & Sutirna. (2022). Analisis Kesulitan Siswa dalam Mengerjakan Soal pada materi Eksponen. *Jurnal Ilmiah Dikdaya*, 12(1), 28–32. <https://doi.org/10.33087/dikdaya.v12i1.303>
- Karabulut, A., & Özmen, E. R. (2018). Effect of “understand and solve!” strategy instruction on mathematical problem solving of students with mild intellectual disabilities. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 11(2), 77–90. <https://doi.org/10.26822/iejee.2018245314>
- Khususuma, D., Masykur, R., & Andriani, S. (2021). Model Pembelajaran Pace dan Self Efficacy: Dampak terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis. *AdMathEdu*, 11(2), 121–136. <https://doi.org/10.12928/admathedu.v11i2.22368>
- Lee, C. (1998). *An Assessment Of the PACE Strategy for An Introductory Statistics Course*. <https://www.researchgate.net/publication/255044747>
- Lestari, A. C., & Annizar, A. M. (2020). Proses Berpikir Kritis Siswa dalam Menyelesaikan Masalah PISA Ditinjau dari Kemampuan Berpikir Komputasi. *Jurnal Kiprah*, 8(1), 46–55. <https://doi.org/10.31629/kiprah.v8i1.2063>
- Marwiyah, S., Pujiastuti, H., & Sukirwan. (2020). Profil Kemampuan Penalaran Matematis Siswa ditinjau dari Gaya Belajar V-A-K pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar. *Teorema: Teori Dan Riset Matematika*, 5(2), 294–307. <https://doi.org/10.25157/teorema.v5i2.3738>
- Mason, J. (1996). Expressing Generality and Roots of Algebra. In N. Bednarz, C. Kieran, & L. Lee (Eds.), *Approaches to Algebra: Perspectives for Research and Teaching* (pp. 65–86). Kluwer Academic Publishers.
- Mata-Pereira, J., & da Ponte, J. P. (2017). Enhancing students' mathematical reasoning in the classroom: teacher actions facilitating generalization and justification. *Educational Studies in Mathematics*, 96(2), 169–186. <https://doi.org/10.1007/s10649-017-9773-4>
- Medová, J., Bulková, K. O., & Čeretková, S. (2020). Relations between generalization, reasoning and combinatorial thinking in solving mathematical open-ended problems within mathematical contest. *Mathematics*, 8(12), 1–20. <https://doi.org/10.3390/math8122257>
- Muslimah, A., Pujiastuti, H., Mustafa, A. N., & Novaliyosi. (2025). Analisis Kemampuan Generalisasi Matematis Siswa SMP Kota Cilegon. *Media Pendidikan Matematika*, 13(2), 797–807. <https://doi.org/10.33394/mpm.v13i2.18458>

- Naraswari, T. P., Kusmayadi, T. A., & Fitriana, L. (2023). Students' Mathematical Generalization in Solving Numeracy Problems. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pendidikan*, 7(3), 533–542. <https://doi.org/10.23887/jppp.v7i3.66888>
- NCTM. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics.
- Pradana, D. A. Y., & Murtiyasa, B. (2020). Kemampuan siswa menyelesaikan masalah berbentuk soal cerita sistem persamaan linear ditinjau dari kemampuan penalaran. *Pythagoras: Jurnal Pendidikan Matematika*, 15(2). <https://doi.org/10.21831/pg.v15i2.35419>
- Pratama, M. F. R., Dewi, N. R., & Wijayanti, K. (2024). Keefektifan Model Pembelajaran PACE Berbantuan Google Classroom terhadap Kemampuan Penalaran Matematis Siswa pada Materi Phytagoras. *Jurnal Studi Guru Dan Pembelajaran*, 7(2), 759–769. <https://doi.org/10.30605/jsgp.7.2.2024.4355>
- Putra, Z. R. A., & Oktaviane, D. A. K. (2022). Analisis Hasil Belajar Siswa pada Materi Eksponensial berdasarkan Tingkat Adversity Quotient Siswa. *Majamath: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 5(1), 61–71. <https://doi.org/10.36815/majamath.v5i1.1778>
- Putri, S. A., Ningsih, Y. L., & Marhamah. (2023). Kemampuan Representasi Matematis Siswa dengan Pendekatan Pemodelan Matematika pada Materi Eksponen. *Laplace: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(2), 413–420. <https://doi.org/10.31537/laplace.v6i2.1455>
- Rahma, A. F. (2022). Analisis Kesalahan Siswa SMA dalam Menyelesaikan Soal Eksponen. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 11(2), 446–457. <https://doi.org/10.26740/mathedunesa.v11n2.p446-457>
- Ramdhani, S. (2018). Kemampuan Generalisasi Mahasiswa pada Perkuliahan Kapita Selekta Matematika SMA. *Jurnal Analisa*, 4(2), 83–89. <https://doi.org/10.15575/ja.v4i2.3926>
- Rehman, N., Huang, X., Mahmood, A., AlGerafi, M. A. M., & Javed, S. (2024). Project-based learning as a catalyst for 21st-Century skills and student engagement in the math classroom. *Heliyon*, 10(23). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e39988>
- Rezki, R., Suharna, H., & Sari, D. P. (2023). Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal pada Materi Eksponensial. *Jurnal Pendidikan Guru Matematika*, 3(1), 23–33. <https://doi.org/10.33387/jpgm.v3i1.5734>
- Saputri, R., Warti, R., & Murtadlo, A. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Pace Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis. *Matheduca: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 2(7), 96–110.
- Setiawan, Y. E., Purwanto, Parta, I. N., & Sisworo. (2020). Generalization strategy of linear patterns from field-dependent cognitive style. *Journal on Mathematics Education*, 11(1), 77–94. <https://doi.org/10.22342/jme.11.1.9134.77-94>
- Siregar, N. (2019). Upaya Meningkatkan Kemampuan Penalaran dan Komunikasi Matematis Siswa Melalui Model PACE. *Pedagogy: Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(2), 58–70. <https://doi.org/10.30605/pedagogy.v4i2.1443>
- Sitorus, Y. I., & Sutirna. (2023). Analisis Kemampuan Generalisasi Siswa SMP Negeri 08 Karawang pada Materi Segitiga. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 6(1), 60–75. <https://doi.org/10.26877/jipmat.v6i1.8019>

- Solihah, R. N., & Selawati, S. (2024). Pengembangan Modul Ajar Terpadu dengan Model Berbasis Masalah Tema Ragam Bentang dan Profesi di Kelas 4 Sekolah Dasar. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 24(2), 180–190. <https://doi.org/10.17509/jpp.v24i2.73344>
- Suryowati, E., & Aini, N. (2025). Development of Functional Thinking-Based Student Worksheets to Improve Mathematical Generalization Abilities. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 26(3), 1549–1564. <https://doi.org/10.23960/jpmipa.v26i3.pp1549-1564>
- Suwanto, F. R., Wijaya, A., Aprisal, Fauzi, A., & Tobondo, Y. V. (2023). Realistic Mathematics Textbook Toward The Students' Mathematical Generalization Skills. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(2), 291–300. <https://doi.org/10.31980/mosharafa.v12i2.2617>
- Tampubolon, A., Hutagalung, C. F., & Kembaren, S. N. B. (2025). Analisis Kemampuan Berpikir Komputasional Matematis Siswa Sma Pada Materi Fungsi. *Pedagogy: Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(4), 2432–2450. <https://doi.org/10.30605/pedagogy.v10i4.7713>
- Varhol, A., Drageset, O. G., & Hansen, M. N. (2021). Discovering key interactions. How student interactions relate to progress in mathematical generalization. *Mathematics Education Research Journal*, 33(2), 365–382. <https://doi.org/10.1007/s13394-020-00308-z>
- Wahyuni, D., Anwar, Y. A. S., & Purwoko, A. A. (2022). Analisis Kemampuan Berpikir Logis Siswa Kelas XI MIPA SMA Negeri di Praya Selama Pembelajaran Daring. *Chemistry Education Practice*, 5(1), 10–16. <https://doi.org/10.29303/cep.v5i1.2788>
- Wilkie, K. J. (2016). Students' use of variables and multiple representations in generalizing functional relationships prior to secondary school. *Educational Studies in Mathematics*, 93(3), 333–361. <https://doi.org/10.1007/s10649-016-9703-x>
- Yasmin, Y., & Negara, H. R. P. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Computational Thinking ditinjau dari Self-Confidence Siswa. *Kognitif: Jurnal Riset HOTS Pendidikan Matematika*, 4(2), 885–896. <https://doi.org/10.51574/kognitif.v4i2.2089>
- Yuni, Y., & Fisa, L. (2020). Pembelajaran Penemuan Terbimbing terhadap Kemampuan Generalisasi Matematis Siswa Sekolah Menengah Pertama. *Journal of Instructional Mathematics*, 1(1), 20–30. <https://doi.org/10.37640/jim.v1i1.267>