



Analysis of Thinking in Solving Open-Ended Problems on Arithmetic Sequences and Series Based on Polya's Stages

Analisis Berpikir Siswa dalam Memecahkan Masalah *Open-Ended* Barisan dan Deret Aritmatika Berdasarkan Tahapan Polya

¹Ziaul Rahmah, ²Puguh Darmawan

^{1,2}Departemen Matematika, Universitas Negeri Malang
Jl. Semarang No.5, Kota Malang, Jawa Timur, Indonesia
Email: puguh.darmawan.fmipa@um.ac.id

Article History:

Received: 06-02-2025; Received in Revised: 31-08-2025; Accepted: 02-09-2025

Abstract

Students' difficulties in solving open-ended problems are attributed to a lack of conceptual understanding and flexibility in applying formulas. This challenge is further influenced by a learning approach that is heavily procedure-oriented. This study analyzes the mathematical thinking skills of high school students in solving open-ended problems on arithmetic sequences and series, based on Polya's stages. The research subjects were 4 tenth-grade students in Malang. Data were obtained through tests, interviews, and observations, and subsequently analyzed using an interactive model. The findings reveal a variation in student abilities. The primary difficulties lie in grasping fundamental concepts, such as the formula for the n th term and the sum of the first n terms. This study recommends the consistent implementation of open-ended problems to enhance students' mathematical thinking, conceptual understanding, and independent problem-solving skills.

Keywords: *Arithmetic Sequences and Series; Mathematical Thinking Ability; Open-Ended Problems; Polya's Stages.*

Abstrak

Kesulitan siswa dalam menyelesaikan masalah open-ended disebabkan kurangnya pemahaman konsep dan fleksibilitas penerapan rumus. Kesulitan ini dipengaruhi oleh pembelajaran yang lebih berorientasi pada prosedur. Penelitian ini menganalisis kemampuan berpikir matematis siswa SMA dalam menyelesaikan masalah open-ended pada barisan dan deret aritmatika berdasarkan tahapan Polya. Subjek penelitian adalah 4 siswa kelas X di Malang. Data diperoleh melalui tes, wawancara, dan observasi, kemudian dianalisis menggunakan model interaktif. Hasil penelitian menunjukkan ada variasi kemampuan siswa. Kesulitan utama terletak pada pemahaman konsep dasar, seperti rumus suku ke- n dan jumlah n suku pertama. Penelitian ini merekomendasikan penerapan masalah open-ended secara konsisten untuk meningkatkan kemampuan berpikir matematis, pemahaman konsep, dan keterampilan penyelesaian masalah secara mandiri.

Kata Kunci: *Barisan dan Deret Aritmatika; Berpikir Matematis; Masalah Open-Ended; Tahapan Polya.*

Pendahuluan

Kemampuan berpikir matematis merupakan keterampilan penting yang harus dikuasai oleh siswa dalam pembelajaran matematika. Kemampuan ini tidak hanya mencakup pemecahan masalah, tetapi juga pemahaman konsep, pengenalan pola, dan penghubungan berbagai ide matematika. Salah satu pendekatan efektif untuk mengetahui kemampuan ini adalah melalui masalah *open-ended*. Masalah *open-ended* adalah masalah yang memiliki banyak cara penyelesaian yang benar, sehingga memberikan siswa kebebasan untuk mengeksplorasi berbagai solusi dan strategi. Pendekatan ini digunakan dalam proses pembelajaran untuk membangun tujuan dan keinginan siswa secara terbuka dalam pemecahan masalah¹.

Analisis cara berpikir siswa dalam memecahkan masalah *open-ended* memerlukan suatu kerangka yang mampu menggambarkan tahapan berpikir secara sistematis. Berpikir matematis dapat dianalisis melalui empat tahapan Polya, yaitu: (1) memahami masalah, (2) merencanakan solusi, (3) melaksanakan rencana, dan (4) memeriksa kembali solusi². Tahapan ini relevan untuk menganalisis berpikir matematis siswa dalam memecahkan masalah *open-ended*, karena dapat membantu mengidentifikasi strategi yang digunakan siswa dalam memahami dan memecahkan masalah tersebut³. Selain itu, penerapan langkah Polya juga membantu memudahkan menganalisis berpikir siswa dalam memecahkan suatu permasalahan dan mengidentifikasi kesulitan atau hambatan yang mereka hadapi⁴.

Salah satu materi yang dapat digunakan untuk menguji penerapan tahapan Polya dalam berpikir matematis adalah barisan dan deret aritmatika. Sebagai konsep fundamental dalam matematika, barisan dan deret aritmatika memiliki peran penting dalam berbagai bidang, seperti ekonomi, sains, teknik, dan teknologi. Konsep ini digunakan dalam ilmu ekonomi untuk perhitungan modal, tingkat suku bunga, angsuran, dan banyaknya periode

¹ Elicha Agisni, "Pengaruh Pendekatan Open-Ended Pada Materi Barisan Dan Deret Pada Siswa SMK," *JRPI (Jurnal Riset Pendidikan Inovatif)* 1, no. 1 (2023): 21–28, <https://journal.pustakailmiah.id/index.php/jrpi/article/view/18>; Wahyu Hidayat dan Ratna Sariningsih, "Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis dan Adversity Quotient Siswa SMP Melalui Pembelajaran Open Ended," *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)* 2, no. 1 (2018): 109–18, <https://doi.org/10.33603/jnpm.v2i1.1027>; Oki Ribut Yuda Pradana, "Pendekatan Open-Ended Dalam Pembelajaran Matematika Siswa Sekolah Dasar," *Jurnal Jendela Matematika* 1, no. 01 (2023): 1–4, <https://doi.org/10.57008/jjm.v1i01.395>.

² George Polya, "How to Solve It," Princeton University Press, 2004, <https://math.hawaii.edu/home/pdf/putnam/PolyaHowToSolveIt.pdf>.

³ Sartika Arifin dan Aprisal, "Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Pair Checks terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika," *Jurnal Pendidikan Matematika* 11, no. 1 (Januari): 89–98, <http://dx.doi.org/10.36709/jpm.v11i1.9974>.

⁴ Nana Sepriyanti dkk., *The Application of The Polya's Steps Reviewed from Problem-Solving Ability in Two-Variable Linear Equation System (SPLDV) | Tarbiyah : Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 30 Juni 2020, <https://jurnal.uin-antasari.ac.id/index.php/jtijk/article/view/3543>.

bunga dengan dasar bunga tunggal⁵. Selain itu, konsep barisan dan deret aritmatika juga berhubungan dengan Teori Malthus tentang pertumbuhan penduduk⁶. Konsep ini digunakan dalam ilmu fisika untuk memahami pola gerak dan perubahan kuantitas secara berurutan⁷. Dalam bidang teknologi dan komputasi, barisan dan deret aritmatika sering diterapkan dalam algoritma pencarian, pengkodean data, serta analisis big data, yang berperan penting dalam pemodelan komputasi dan keamanan siber. Pemahaman konsep ini tidak hanya mendukung pengembangan algoritma yang lebih efisien untuk pemrosesan data, tetapi juga menjadi dasar dalam memahami perhitungan numerik dan algoritmik yang lebih kompleks⁸. Dalam kehidupan sehari-hari, barisan dan deret aritmatika muncul dalam perhitungan angsuran kredit, perencanaan keuangan, serta pola pertumbuhan populasi. Urutan dan seri aritmatika digunakan untuk memecahkan berbagai permasalahan praktis, seperti penganggaran dan alokasi sumber daya. Dengan kemampuannya dalam memprediksi hasil berdasarkan tren yang ada, konsep ini sangat membantu dalam proses pengambilan keputusan. Oleh sebab itu barisan dan deret aritmatika mampu menjadi solusi dalam pemecahan masalah dalam kehidupan sehari-hari⁹. Pemahaman terhadap pola dan struktur bilangan dalam barisan dan deret aritmatika menjadi keterampilan penting bagi siswa. Meski demikian, fakta di lapangan menunjukkan bahwa banyak siswa masih kesulitan memahami konsep dasar, sebagaimana terlihat pada jawaban siswa terhadap masalah dalam Gambar 1.

<p>Soal</p> <ol style="list-style-type: none">1. Rumus umum suku ke-n dari barisan aritmatika 4, 9, 14, 19, 24, ..., adalah ...2. Suatu barisan aritmatika memiliki rumus suku ke-n, yaitu $U_n = 6n - 2$. Tentukan rumus jumlah suku ke-n dari barisan tersebut! <p>Jawaban</p> <table border="1"><tr><td>$1. U_n = a + n(i-1)b$</td></tr><tr><td>$2. U_n = a + (n-1)b$</td></tr><tr><td>$2. S_n = a + un$</td></tr><tr><td>$S_n = a + b n - 2$</td></tr></table>	$1. U_n = a + n(i-1)b$	$2. U_n = a + (n-1)b$	$2. S_n = a + un$	$S_n = a + b n - 2$
$1. U_n = a + n(i-1)b$				
$2. U_n = a + (n-1)b$				
$2. S_n = a + un$				
$S_n = a + b n - 2$				

Gambar 1. Masalah dan Jawaban Siswa

⁵ Dyah Permata Hayuningtyas dkk., "Implementasi Barisan Dan Deret Dalam Ilmu Ekonomi," *COMSERVA: Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat* 2, no. 8 (2022): 1469–79, <https://doi.org/10.59141/comserva.v2i8.495>.

⁶ Ibid.

⁷ Aliakbar Montazer Haghighi dkk., "Sequences and Series," dalam *Higher Mathematics for Science and Engineering*, ed. oleh Aliakbar Montazer Haghighi dkk. (Springer Nature, 2024), https://doi.org/10.1007/978-981-99-5431-5_4.

⁸ Chinnaraji Annamalai, "Algorithmic and Numerical Techniques for Computation of Binomial and Geometric Series," preprint, Cambridge Open Engage, 30 Juni 2022, <https://doi.org/10.33774/coe-2022-pnx53-v8>.

⁹ Omega Megarani dkk., "Menyelaikan Masalah Kehidupan Sehari-Hari Dalam Konsep Barisan Dan Deret Aritmatika," *Tarbiatuna: Journal of Islamic Education Studies* 4, no. 2 (2024): 472–76, <https://doi.org/10.47467/tarbiatuna.v4i2.1430>.

Pada Gambar 1, terlihat bahwa siswa belum dapat menjawab kedua masalah dengan tepat. Masalah nomor satu meminta siswa menentukan rumus umum suku ke- n (U_n) dari barisan aritmatika 4, 9, 14, 19, 24, dan seterusnya. Siswa menggunakan rumus $U_n = a + (n - 1)b$, tetapi terjadi kesalahan dalam penulisan rumus, yang menunjukkan adanya miskonsepsi dalam penyusunan rumus suku ke- n pada barisan aritmatika.

Sementara itu, pada masalah nomor dua, diberikan rumus $U_n = 6n - 2$ untuk suatu barisan aritmatika dan siswa diminta menentukan rumus jumlah n suku pertama (S_n) dari barisan tersebut. Siswa seharusnya menggunakan rumus jumlah barisan aritmatika $S_n = \frac{n}{2}(2a + (n - 1)b)$ dengan $a = 4$ dan $b = 6$. Suku pertama (a) diperoleh dengan mensubstitusi $n = 1$ ke dalam rumus $U_n = 6n - 2$, sedangkan beda (b) diperoleh dengan mencari selisih dua suku berurutan. Dengan cara ini, diperoleh hasil yang benar, yaitu $S_n = n + 3n^2$. Namun, siswa menuliskan $S_n = a + U_n$ dan pada langkah terakhir menuliskan $S_n = a + 6n - 2$ yang menunjukkan bahwa siswa mengganti U_n tanpa menerapkan rumus jumlah barisan aritmatika yang benar. Kesalahan ini menunjukkan bahwa siswa belum memahami konsep dasar serta hubungan antara jumlah n suku pertama (S_n) dan suku ke- n (U_n) dalam barisan aritmatika. Kemudian, dilakukan wawancara untuk mengkonfirmasi jawaban dari siswa.

P: Apa yang diminta oleh masalah nomor satu? Jelaskan caramu!
S: Rumus suku ke- n dari barisan 4, 9, 14, dan seterusnya ada rumus umumnya, rumus umum dari barisan aritmatika itu $U_n = a(n - 1)b$.
P: Sekarang nomor 2. Apa informasi penting yang kamu temukan dalam masalah?
S: Diketahui suatu barisan aritmatika itu dirumuskan dengan $U_n = 6n - 2$ dan yang diminta rumus S_n . Terus yang aku kerjakan itu, pertama aku langsung nulis S_n -nya karena di dalam S_n itu ada U_n . Kemudian, aku tulis $S_n = a + U_n$. Aku cuma merubah U_n pakai rumus U_n yang sudah diketahui tadi.

Gambar 2. Konfirmasi Jawaban Siswa

Berdasarkan Gambar 2, ditemukan bahwa siswa memiliki pemahaman yang keliru tentang barisan dan deret aritmatika. Pada masalah nomor satu, siswa beranggapan bahwa $U_n = a(n - 1)b$ adalah rumus umum menghitung U_n . Sedangkan pada masalah nomor dua, siswa menggunakan rumus yang salah, yaitu $S_n = a + U_n$. Kesalahan ini menunjukkan bahwa siswa belum memahami struktur rumus U_n dan S_n dengan benar.

Hasil ini mengindikasikan bahwa siswa masih kesulitan memahami konsep dasar barisan dan deret aritmatika, termasuk rumus-rumus yang mendasarinya. Pemahaman konsep tersebut sangat penting untuk membangun kemampuan berpikir matematis yang logis dan sistematis. Pemahaman konsep matematika dasar berperan dalam mengembangkan penalaran logis, berpikir kritis, serta kemampuan pemecahan masalah, sekaligus menjadi dasar bagi pembelajaran lebih lanjut dan aplikasi praktis

dalam berbagai konteks¹⁰. Ketidakmampuan siswa dalam memahami konsep dasar inilah yang kemudian memengaruhi kemampuan siswa dalam memecahkan masalah pada materi barisan dan deret aritmatika. Oleh karena itu, diperlukan analisis mendalam terhadap kemampuan berpikir matematis siswa untuk memahami cara subjek dalam memecahkan masalah.

Sejalan dengan penelitian ini, berbagai studi terdahulu telah mengeksplorasi kemampuan siswa dalam memecahkan masalah-masalah pada materi matematika. Tabel 1 merangkum beberapa hasil penelitian yang relevan.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

Penulis (Tahun)	Subjek	Fokus Penelitian	Hasil
Tasoin & Adibah (2024)	Tujuh siswa kelas X SMK Wonokromo, terdiri dari 1 laki-laki dan 6 perempuan.	Menganalisis kemampuan siswa dalam memecahkan masalah cerita matematika pada materi barisan dan deret geometri.	Kemampuan siswa dalam memecahkan masalah cerita matematika masih memerlukan pengembangan, terutama dalam aspek pemahaman bahasa masalah dan penerapan prosedur matematika.
Heryandi & Aniti (2024)	Siswa kelas XI IPA MAN 1 Cirebon.	Kemampuan pemecahan masalah matematis siswa pada masalah <i>open-ended</i> berdasarkan tingkat disposisi berpikir kreatif.	Kemampuan pemecahan masalah matematis siswa terbagi menjadi tiga kategori: tinggi (9%), sedang (82%), dan rendah (9%). Siswa dengan disposisi berpikir kreatif tinggi memenuhi semua tahapan Polya, sedangkan kategori sedang dan rendah kurang optimal.
Setianingsih & Darminto (2019)	Tiga siswa kelas VIII SMP dengan kemampuan tinggi.	Menganalisis kemampuan berpikir kreatif siswa pada barisan dan deret aritmatika dengan indikator kefasihan, keluwesan, dan kebaruan.	Kemampuan berpikir kreatif siswa berbeda-beda, dengan sebagian siswa memenuhi indikator kefasihan dan keluwesan, tetapi tidak mencapai kebaruan.
Rahmah & Darmawan (2025) [Penelitian ini]	Siswa kelas X yang telah mempelajari materi barisan dan deret aritmatika.	Analisis berpikir matematis siswa dalam memecahkan masalah <i>open-ended</i> menggunakan tahapan Polya.	Tingkatan berpikir matematis siswa dalam memecahkan masalah <i>open-ended</i> pada materi barisan dan deret aritmatika dengan pendekatan tahapan pemecahan masalah Polya.

¹⁰ Ghina Fatihatul Jannah dkk., "Introduction To Basic Mathematical Concepts Through Learning Media," *Journal of Mathematics Instruction, Social Research and Opinion* 4, no. 1 (2025): 43–56, <https://doi.org/10.58421/misro.v4i1.290>.

Berdasarkan Tabel 1, penelitian yang dilakukan oleh Tasoin dan Adibah (2024) berfokus pada kemampuan siswa kelas X dalam memecahkan masalah cerita matematika pada materi barisan dan deret geometri ¹¹. Hasilnya menunjukkan bahwa kemampuan siswa dalam memecahkan masalah cerita matematika masih memerlukan pengembangan, terutama pada aspek pemahaman bahasa masalah dan penerapan prosedur matematika. Di sisi lain, penelitian yang dilakukan oleh Heryandi dan Aniti (2024) berfokus pada kemampuan pemecahan masalah matematis siswa kelas XI pada masalah *open-ended* berdasarkan tingkat disposisi berpikir kreatif ¹². Penelitian ini menemukan bahwa kemampuan siswa terbagi menjadi tiga kategori: tinggi (9%), sedang (82%), dan rendah (9%). Siswa dengan disposisi berpikir kreatif tinggi berhasil memenuhi semua tahapan Polya, sementara siswa dalam kategori sedang dan rendah menunjukkan hasil yang kurang optimal. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Setianingsih dan Darminto (2019) bertujuan menganalisis kemampuan berpikir kreatif tiga siswa kelas VIII SMP dengan kemampuan tinggi pada materi barisan dan deret aritmatika ¹³. Fokus penelitian mencakup indikator kefasihan, keluwesan, dan kebaruan. Hasilnya menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kreatif siswa bervariasi, dengan beberapa siswa memenuhi indikator kefasihan dan keluwesan, namun tidak mencapai indikator kebaruan. Penelitian ini berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya karena menambah fokus baru, yaitu menganalisis berpikir matematis siswa kelas X dalam memahami dan menerapkan konsep dasar untuk memecahkan masalah *open-ended* pada materi barisan dan deret aritmatika menggunakan tahapan Polya.

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan wawasan baru mengenai cara siswa memahami dan memecahkan masalah non-rutin dengan beragam strategi, serta mengungkap tingkatan berpikir matematis siswa dalam memecahkan masalah pada materi tersebut. Dalam penelitian ini, siswa diberikan masalah *open-ended* yang dirancang untuk menganalisis cara subjek memahami masalah, merencanakan solusi, melaksanakan rencana, dan memeriksa kembali hasil, sesuai dengan tahapan Polya. Pendekatan *open-ended* memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi berbagai strategi

¹¹ Frenci Andhia Ladika Tasoin dan Fanny Adibah, "Analisis Kemampuan Matematika Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Pada Materi Barisan Dan Deret Geometri," *Journal of Education and Research* 3, no. 1 (2024): 77-88, <https://doi.org/10.56707/jedarr.v3i1.189>.

¹² Yandi Heryandi Yandi dan Aniti, "Open-Ended Question Solving Ability Based on Mathematical Creative Thinking Disposition," *Educational Insights* 2, no. 1 (2024): 19-28, <https://doi.org/10.58557/eduinsights.v2i1.28>.

¹³ Lilis Setianingsih dan Bambang Priyo Darminto, "Analisis Berpikir Kreatif dalam Menyelesaikan Masalah Barisan dan Deret Aritmatika Dengan Metode Open-Ended," *Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika* 1, no. 1 (2019): 1-16, <https://jurnal.umpwr.ac.id/jipm/article/view/1024/773>.

penyelesaian, meningkatkan fleksibilitas berpikir, serta memperdalam pemahaman konsep secara kritis dan sistematis. Hasil analisis diharapkan dapat mengidentifikasi kemampuan siswa sekaligus memberikan rekomendasi strategi pembelajaran yang lebih efektif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran matematika.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan quasi kualitatif dengan desain naratif, yang melibatkan pengamatan terhadap siswa dengan tingkat kemampuan yang berbeda dalam memecahkan masalah *open-ended* pada materi barisan dan deret aritmatika. Pendekatan quasi kualitatif dengan desain naratif dipilih karena memungkinkan eksplorasi mendalam terhadap pola berpikir siswa dalam menyelesaikan masalah *open-ended*, dengan mengamati proses berpikir secara menyeluruh, mulai dari memahami masalah hingga mengevaluasi solusi yang diperoleh, sehingga memberikan gambaran lebih komprehensif tentang strategi dan kendala yang dihadapi siswa. Penggunaan subjek dengan latar belakang kemampuan yang beragam bertujuan untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai variasi cara berpikir matematis siswa dalam menyelesaikan masalah *open-ended* pada materi barisan dan deret aritmatika. Dalam penelitian ini, peneliti menganalisis dan membandingkan bagaimana setiap siswa memahami masalah, merencanakan solusi, melaksanakan rencana penyelesaian, serta memeriksa kembali hasil yang diperoleh. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk menjelaskan secara terperinci berpikir siswa berdasarkan tahapan Polya.

Subjek penelitian adalah 4 siswa kelas X SMA di Kota Malang yang telah mempelajari materi barisan dan deret aritmatika serta bersedia berpartisipasi dalam penelitian. Pemilihan subjek dilakukan menggunakan teknik purposive sampling, yaitu memilih siswa yang dianggap memiliki kemampuan dan pengetahuan cukup untuk memberikan data yang relevan¹⁴. Kriteria kecukupan dalam pemilihan subjek menggunakan purposive sampling dirinci dalam Tabel 2.

¹⁴ Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan (Kuantitatif, Kualitatif, Kombinasi, R&D, dan Penelitian Pendidikan)* (Alfabeta, 2019).

Tabel 2. Kriteria Kecukupan Pemilihan Subjek

Aspek	Kriteria Kecukupan	Alasan
Pemahaman Konsep	Siswa telah mempelajari materi barisan dan deret aritmatika.	Agar siswa dapat memahami soal yang diberikan dan mampu menyelesaikan dengan dasar konsep yang relevan.
Kemampuan Komunikasi	Siswa mampu mengungkapkan pemikirannya secara verbal maupun tertulis dalam wawancara dan tes <i>open-ended</i> .	Diperlukan untuk menggali proses berpikir matematis melalui jawaban tertulis dan wawancara, sehingga peneliti dapat menelusuri tahapan Polya secara lebih mendalam.
Ketersediaan Berpartisipasi	Siswa bersedia mengikuti seluruh tahapan penelitian, termasuk tes, wawancara, dan diskusi lanjutan.	Partisipasi penuh dibutuhkan agar data yang dikumpulkan lengkap dan valid sesuai prosedur penelitian.

Subjek akhir penelitian adalah empat siswa yang dipilih berdasarkan hasil tes, kemampuan komunikasi, serta ketersediaan untuk berpartisipasi. Keempat subjek dipilih untuk mewakili berbagai tingkat kemampuan dalam menyelesaikan masalah *open-ended* pada materi barisan dan deret aritmatika berdasarkan tahapan Polya. Meskipun jumlah subjek terbatas, pemilihan ini dilakukan secara strategis untuk memperoleh gambaran yang beragam mengenai pola berpikir matematis siswa dalam setiap tahapan Polya.

Instrumen utama dalam penelitian adalah peneliti itu sendiri, yang berperan dalam perencanaan, pengumpulan, analisis, dan interpretasi data. Selain itu, terdapat beberapa instrumen pendukung meliputi pedoman tes tertulis masalah *open-ended*, wawancara semi-terstruktur, alat perekam audio-visual, dan catatan peneliti.

Untuk memastikan keterukuran, disusun indikator dari masing-masing instrumen. Tes tertulis *open-ended* memuat indikator yang sesuai dengan tahapan Polya, yaitu memahami masalah, merencanakan solusi, melaksanakan rencana, dan memeriksa kembali solusi. Tes tertulis dirancang untuk memicu berpikir matematis subjek dalam memecahkan masalah *open-ended*, khususnya pada materi barisan dan deret aritmatika. Dalam penelitian ini, subjek diminta menjawab tiga masalah *open-ended* berbentuk uraian, yang digunakan untuk mengamati proses berpikir siswa. Gambar 3 berikut menunjukkan masalah yang digunakan dalam tes tertulis.

Nama:
Kelas:
Asal Sekolah:

Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan tepat!

Diketahui suatu barisan **aritmatika** yang memiliki beda positif.

- Tuliskan sepuluh suku pertama dari barisan **aritmatika** yang kamu pilih!
- Tentukan rumus untuk mencari suku ke- n dari barisan **aritmatika** tersebut!
- Tentukan rumus untuk menghitung jumlah n suku pertama dari barisan tersebut!

Jawab

Gambar 3. Instrumen Tes Tertulis

Masalah pada Gambar 3 dirancang untuk mengukur kemampuan siswa dalam berpikir matematis, tidak hanya dari segi hasil akhir, tetapi juga dari proses yang subjek jalani dalam memecahkan masalah. Masalah ini memiliki karakteristik *open-ended*, yang memungkinkan siswa mengeksplorasi berbagai strategi penyelesaian tanpa terbatas pada satu cara tertentu. Selain itu, soal dirancang untuk melibatkan pemecahan masalah dan menuntut pemahaman konsep barisan dan deret aritmatika, seperti rumus suku ke- n dan jumlah n suku pertama, yang sering menjadi kesulitan utama siswa. Dengan demikian, soal ini relevan untuk dianalisis menggunakan tahapan Polya, karena mengharuskan siswa melalui proses memahami masalah, merencanakan solusi, melaksanakan rencana, dan memeriksa kembali hasilnya. Melalui masalah ini, peneliti dapat mengevaluasi sejauh mana siswa memahami masalah, merumuskan strategi penyelesaian, melaksanakan rencana yang telah dibuat, dan mengevaluasi hasil yang diperoleh.

Untuk memperjelas hubungan antara soal tes tertulis dengan tahapan Polya, indikator pedoman tes tertulis masalah *open-ended* disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Indikator pedoman tes tertulis masalah *open-ended*

Tahapan Polya	Indikator yang Dinilai	Bentuk Soal
Memahami masalah	Menuliskan informasi dan menentukan sepuluh suku pertama	Soal (a)
Merencanakan solusi	Menentukan strategi dan rumus untuk suku ke- n	Soal (b)
Melaksanakan rencana	Menyusun perhitungan rumus jumlah n suku pertama	Soal (c)
Memeriksa kembali solusi	Memeriksa kesesuaian hasil perhitungan	Soal (a-c)

Selain itu, untuk menganalisis tahapan berpikir matematis siswa secara lebih mendalam, digunakan instrumen wawancara semi terstruktur. Instrumen wawancara semi-terstruktur dikembangkan dengan indikator yang selaras dengan tahapan Polya. Pertanyaan dalam wawancara dirancang untuk menggali pemahaman siswa terhadap informasi yang terdapat dalam soal pada tahap memahami masalah, menelusuri alasan siswa dalam memilih strategi penyelesaian pada tahap merencanakan solusi, menelaah langkah-langkah perhitungan yang dilakukan pada tahap melaksanakan rencana, serta mengungkap proses refleksi dan verifikasi hasil yang diperoleh pada tahap memeriksa kembali solusi.

Wawancara ini bertujuan untuk memahami lebih mendalam proses berpikir siswa, termasuk kesulitan yang dihadapi dan strategi yang digunakan. Instrumen pedoman wawancara semi-terstruktur disajikan pada Tabel 4. Dengan wawancara ini, peneliti dapat menggali informasi lebih

dalam mengenai langkah-langkah yang dilakukan siswa dalam memecahkan masalah.

Tabel 4. Pedoman Wawancara

Tahapan Polya	Indikator	Contoh Pertanyaan
Memahami masalah	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa dapat mengidentifikasi informasi yang diberikan dalam masalah. 2. Siswa dapat merumuskan pertanyaan yang relevan mengenai apa yang diminta dalam masalah. 3. Siswa dapat menjelaskan konteks atau situasi di balik masalah yang diberikan. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Informasi apa saja yang kamu dapatkan dari masalah ini? 2. Apa pertanyaan utama yang harus kamu jawab dalam masalah ini? 3. Apa yang dimaksud dengan suku ke-n dalam barisan aritmatika? 4. Bagaimana konteks masalah ini dapat membantu kamu memahami apa yang diminta?
Merencanakan Solusi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa dapat menentukan rumus atau metode yang tepat untuk memecahkan masalah barisan dan deret aritmatika. 2. Siswa dapat merumuskan langkah-langkah strategis untuk menemukan jawaban, termasuk pemilihan suku pertama dan beda. 3. Siswa dapat mempertimbangkan berbagai pendekatan atau teknik yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah. 4. Siswa dapat menjelaskan alasan di balik pemilihan metode yang dipilih. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rumus atau metode apa yang akan kamu gunakan untuk menentukan suku ke-n dari barisan aritmatika ini? 2. Langkah-langkah apa yang akan kamu ambil untuk menentukan jumlah n suku pertama dari barisan ini? 3. Bagaimana kamu memilih suku pertama (a) dan beda (b) dalam barisan ini? Jelaskan alasanmu. 4. Mengapa kamu memilih rumus/metode tersebut? 5. Apakah ada pendekatan lain yang bisa kamu gunakan untuk memecahkan masalah ini?
Melaksanakan Rencana	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa dapat menerapkan rumus dan langkah-langkah yang telah direncanakan secara sistematis. 2. Siswa dapat menunjukkan proses perhitungan dengan jelas dan teratur. 3. Siswa dapat mencatat hasil sementara yang didapat selama proses penyelesaian. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bagaimana langkah-langkahmu dalam menghitung suku ke-n dari barisan ini? Tunjukkan proses perhitungannya. 2. Bagaimana cara kamu menemukan jumlah n suku pertama? Bisakah kamu menunjukkan proses perhitungannya?
Memeriksa Kembali	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa dapat meninjau kembali langkah-langkah yang telah diambil untuk memastikan tidak ada kesalahan. 2. Siswa dapat mengevaluasi apakah hasil akhir memenuhi semua kriteria yang ditetapkan dalam masalah. 3. Siswa dapat menggunakan cara lain untuk memverifikasi hasil yang diperoleh dan membandingkannya dengan jawaban sebelumnya. 4. Siswa dapat menjelaskan proses 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bagaimana kamu memastikan bahwa rumus yang kamu gunakan sudah benar? 2. Apakah hasil yang kamu dapatkan memenuhi semua kriteria yang diberikan dalam masalah? Jelaskan! 3. Bagaimana kamu memverifikasi hasil akhir? Apakah ada cara lain yang dapat kamu gunakan untuk memastikan kebenarannya? 4. Apakah ada cara lain untuk memecahkan masalah ini? Jika ada, apakah hasilnya sama

Tahapan Polya	Indikator	Contoh Pertanyaan
	dan hasil yang didapat dengan mempertimbangkan cara lain dalam memecahkan masalah.	dengan metode yang kamu gunakan?

Selain itu, alat perekam audio-visual digunakan untuk merekam suara dan aktivitas subjek selama proses wawancara. Catatan peneliti digunakan untuk mencatat aktivitas subjek yang tidak sempat terekam dalam jawaban tertulis maupun wawancara. Bentuk catatan peneliti disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Catatan Peneliti

Kegiatan	Perilaku	Strategi/Indikasi Kesulitan	Catatan
Tes tertulis			
Wawancara			

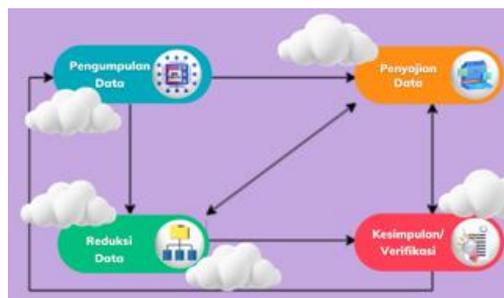
Tabel 5 menunjukkan format catatan peneliti yang digunakan untuk merekam perilaku subjek, strategi/indikasi kesulitan, serta catatan tambahan selama tes tertulis maupun wawancara. Catatan ini menjadi data pendukung yang melengkapi hasil tes dan wawancara, sehingga informasi mengenai proses berpikir subjek dapat diperoleh secara lebih menyeluruh.

Proses penelitian dimulai dengan mengidentifikasi masalah, melakukan studi literatur, merumuskan tujuan, dan mengembangkan kerangka teoretis serta konseptual. Tahapan selanjutnya mencakup pemilihan metode penelitian, penentuan subjek, serta penyusunan dan pengujian instrumen penelitian. Semua instrumen ini disesuaikan dengan capaian pembelajaran pada materi barisan dan deret aritmatika. Penyusunan kisi-kisi bertujuan memastikan masalah dan wawancara relevan dengan capaian pembelajaran serta mampu mengukur kemampuan siswa secara menyeluruh. Agar instrumen memiliki kualitas yang baik, rubrik indikator, masalah tes *open-ended* materi barisan dan deret aritmatika, dan panduan wawancara divalidasi oleh dosen ahli pada kelompok bidang keahlian berpikir matematis dengan mempertimbangkan kesesuaian aspek materi, konstruksi, dan bahasa, sehingga layak digunakan dalam penelitian.

Pengumpulan data dilakukan melalui tiga metode utama. Pertama, data diperoleh dari hasil tes tertulis subjek dalam memecahkan masalah *open-ended* pada materi barisan dan deret aritmatika yang diberikan oleh peneliti. Subjek diminta mengerjakan masalah uraian *open-ended* dengan waktu yang tidak dibatasi. Setelah tes selesai, subjek langsung mengikuti sesi wawancara untuk meminimalkan pengaruh faktor lain. Kedua, data dikumpulkan dari hasil rekaman wawancara antara peneliti dan subjek. Wawancara ini bertujuan untuk memahami proses berpikir matematis subjek, termasuk alasan di balik jawaban yang mereka berikan. Wawancara dilakukan

menggunakan instrumen semi-terstruktur yang telah disiapkan sebelumnya, sehingga mampu menggali informasi secara mendalam. Ketiga, data diperoleh melalui catatan peneliti yang dihasilkan dari pengamatan selama kegiatan berlangsung. Catatan ini digunakan untuk melengkapi hasil tes dan wawancara, memberikan konteks tambahan terkait perilaku dan respons subjek selama proses penelitian.

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis data interaktif. Data yang terkumpul dianalisis menggunakan model Miles dan Huberman, yang meliputi tiga tahap yaitu reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan¹⁵. Tujuan dari analisis ini adalah untuk menemukan jawaban atas rumusan masalah yang diajukan¹⁶. Proses lengkapnya disajikan dalam diagram pada Gambar 4.



Gambar 4. Proses Analisis Data Miles dan Huberman

Reduksi data merupakan langkah awal untuk merangkum dan memfokuskan informasi yang relevan, mengidentifikasi tema, serta menghilangkan data yang kurang penting¹⁷. Dalam penelitian ini, reduksi data dimulai dengan menganalisis hasil pekerjaan siswa dalam memecahkan masalah *open-ended* tentang barisan dan deret aritmatika. Data ini kemudian diklasifikasikan berdasarkan kemampuan pemecahan masalah siswa sesuai tahapan Polya, menggunakan pengkodean yang merujuk pada rubrik indikator tahapan Polya. Rubrik indikator ini digunakan sebagai panduan dalam menilai proses berpikir matematis siswa dan mencakup empat tahapan Polya dengan indikator dan penerapan pada Tabel 6.

¹⁵ Matthew B Miles dan A Michael Huberman, *Analisis Data Kualitatif Buku Sumber Tentang Metode-Metode Baru*, Terjemahan (Penerbit Universitas Indonesia, 1992), Jakarta, [//psb.feb.ui.ac.id%2Findex.php%3Fp%3Dshow_detail%26id%3D39945%26keywords%3D](http://psb.feb.ui.ac.id%2Findex.php%3Fp%3Dshow_detail%26id%3D39945%26keywords%3D).

¹⁶ Muhammad Rizal Pahleviannur dkk., *Metodologi Penelitian Kualitatif* (Pradina Pustaka, 2022), https://www.researchgate.net/profile/Eko-Susanto-11/publication/359425234_Metodologi_Penelitian_Kualitatif/links/628e5e198d19206823da57f9/Metodologi-Penelitian-Kualitatif.pdf.

¹⁷ Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan (Kuantitatif, Kualitatif, Kombinasi, R&D, dan Penelitian Pendidikan)*.

Tabel 6. Rubrik Indikator berdasarkan Tahapan Polya

Tahapan Polya	Indikator	Penerapan Indikator
Memahami masalah	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa dapat mengidentifikasi informasi yang diberikan dalam masalah. 2. Siswa dapat merumuskan pertanyaan yang relevan mengenai apa yang diminta dalam masalah. 3. Siswa dapat menjelaskan konteks atau situasi di balik masalah yang diberikan. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa dapat memahami istilah barisan aritmatika dan beda positif. 2. Siswa dapat mengidentifikasi bahwa yang diminta adalah sepuluh suku pertama dari barisan aritmatika. 3. Siswa dapat merumuskan pertanyaan seperti: "Bagaimana cara menentukan suku ke-n dalam barisan tersebut?", atau "Bagaimana cara menentukan rumus jumlah n suku pertama dari barisan tersebut?"
Merencanakan Solusi	<ol style="list-style-type: none"> 4. Siswa dapat menentukan rumus atau metode yang tepat untuk memecahkan masalah barisan dan deret aritmatika. 5. Siswa dapat merumuskan langkah-langkah strategis untuk menemukan jawaban, termasuk pemilihan suku pertama dan beda. 6. Siswa dapat mempertimbangkan berbagai pendekatan atau teknik yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah. 7. Siswa dapat menjelaskan alasan di balik pemilihan metode yang dipilih. 	<ol style="list-style-type: none"> 4. Siswa dapat memilih suku pertama (a) dan beda (b) yang positif untuk membentuk deret aritmatika. 5. Siswa dapat merumuskan langkah-langkah untuk menuliskan sepuluh suku pertama dari barisan aritmatika berdasarkan nilai a dan b. 6. Siswa dapat menjelaskan bagaimana rumus suku ke-n diperoleh, yaitu dengan menggunakan rumus umum $U_n = a + (n-1)b$. 7. Siswa dapat menjelaskan cara menentukan rumus jumlah n suku pertama dengan rumus $S_n = \frac{n}{2}(a + U_n)$ 8. atau $S_n = \frac{n}{2}(2a + (n-1)b)$.
Melaksanakan Rencana	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa dapat menerapkan rumus dan langkah-langkah yang telah direncanakan secara sistematis. 2. Siswa dapat menunjukkan proses perhitungan dengan jelas dan teratur. 3. Siswa dapat mencatat hasil sementara yang didapat selama proses penyelesaian. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa dapat menuliskan sepuluh suku pertama berdasarkan nilai a dan b yang telah dipilih. 2. Siswa dapat menjelaskan dan menunjukkan proses perhitungan untuk menentukan setiap suku. 3. Siswa dapat menuliskan rumus suku ke n dan rumus jumlah n suku pertama dengan tepat.
Memeriksa Kembali	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa dapat meninjau kembali langkah-langkah yang telah diambil untuk memastikan tidak ada kesalahan. 2. Siswa dapat mengevaluasi apakah hasil akhir memenuhi semua kriteria yang ditetapkan dalam masalah. 3. Siswa dapat menggunakan cara lain untuk memverifikasi hasil 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa dapat meninjau kembali sepuluh suku pertama yang telah ditulis untuk memastikan bahwa semuanya mengikuti pola deret aritmatika. 2. Siswa dapat memverifikasi rumus suku ke-n yang ditentukan, yaitu $U_n = a + (n-1)b$, dan memastikan rumus ini dapat menghasilkan suku yang benar.

Tahapan Polya	Indikator	Penerapan Indikator
	yang diperoleh dan membandingkannya dengan jawaban sebelumnya.	3. Siswa dapat memeriksa rumus jumlah n suku pertama dan mengkonfirmasi hasil perhitungan dengan rumus tersebut.
	4. Siswa dapat menjelaskan proses dan hasil yang didapat dengan mempertimbangkan cara lain dalam memecahkan masalah.	4. Siswa dapat menjelaskan langkah-langkah yang telah diambil dalam proses tersebut dan memberikan alasan logis dibalik setiap keputusan yang diambil selama penyelesaian masalah.

Dengan menggunakan rubrik indikator pada Tabel 6, peneliti dapat menganalisis secara mendalam cara berpikir matematis siswa dalam memecahkan masalah *open-ended*, serta mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan subjek di setiap tahap. Hasil tes yang diperoleh menjadi data mentah yang diolah dan dikembangkan melalui wawancara. Wawancara bertujuan untuk menggali lebih dalam proses berpikir siswa, termasuk kesulitan yang dialami dan strategi yang digunakan. Data dari tes tertulis dan wawancara dianalisis menggunakan rubrik indikator berpikir matematis untuk mengidentifikasi kemampuan siswa pada setiap tahapan Polya. Analisis ini mencakup pengklasifikasian kemampuan pemecahan masalah berdasarkan tahapan Polya, yang dilakukan melalui pengkodean hasil tes dan wawancara dengan kode yang dirinci dalam Tabel 7.

Tabel 7. Pengkodean Hasil Tes dan Wawancara Berdasarkan Tahapan Polya

Tahapan Polya	Kode	Warna Penandaan
Memahami Masalah	MM	
Merencanakan Solusi	MS	
Melaksanakan rencana	MR	
Memeriksa Kembali Solusi	MK	

Langkah selanjutnya adalah penyajian data. Penyajian dilakukan secara naratif dan sistematis agar memudahkan peneliti dalam memahami temuan. Data yang disajikan berupa hasil tes, wawancara, dan catatan peneliti, yang kemudian dianalisis berdasarkan tahapan Polya untuk menggambarkan proses berpikir matematis siswa.

Setelah penyajian data, peneliti melakukan analisis untuk menarik kesimpulan yang menjawab rumusan masalah. Data yang digunakan mencakup hasil tes siswa, wawancara, serta catatan selama penelitian. Kesimpulan yang diambil memberikan gambaran tentang proses berpikir

siswa dalam memecahkan masalah *open-ended* pada materi barisan dan deret aritmatika.

Setelah semua data dianalisis, langkah selanjutnya adalah memeriksa keabsahan data. Keabsahan data diuji menggunakan triangulasi sumber dan teknik. Triangulasi sumber dilakukan dengan menganalisis dan membandingkan kebenaran data yang diperoleh dari berbagai sumber. Sementara itu, triangulasi teknik berarti peneliti menggunakan berbagai metode untuk memperoleh data dari sumber yang sama. Dalam penelitian ini, triangulasi teknik dilakukan dengan membandingkan hasil pekerjaan siswa, wawancara, serta catatan peneliti. Hasil akhir dari proses analisis ini dirangkum dalam laporan penelitian. Laporan disusun secara deskriptif, mencakup pengkodean respons siswa, temuan, serta validasi yang dilakukan.

Hasil dan Diskusi

1. Proses Berpikir Siswa Subjek 1

Subjek 1 (S1) merupakan siswa yang mampu menyelesaikan masalah dengan melalui keempat tahap Polya. Berdasarkan hasil tes dan wawancara, S1 menunjukkan ketelitian dalam mengerjakan soal, aktif memberikan penjelasan, dan percaya diri dalam mengungkapkan langkah penyelesaian. Berikut adalah jawaban tertulis dari S1 dalam memecahkan masalah.

Handwritten mathematical work showing the solution for an arithmetic sequence problem. The student lists terms: 13, 18, 23, 28, 33, 38, 43, 48, 53, 58. They use the formula $U_n = a + (n-1)b$ to find individual terms and the sum formula $S_n = \frac{n}{2}(2a + (n-1)b)$ to find the sum S_{10} . The final sum is calculated as 510 and marked as "benar" (correct).

Gambar 5. Jawaban S1

Gambar 5 menggambarkan proses berpikir matematis S1 dalam memecahkan masalah *open-ended* materi barisan dan deret aritmatika. Dari jawaban tersebut terlihat bahwa S1 mampu menuliskan informasi yang diketahui dan ditanyakan dengan tepat, serta memilih rumus yang sesuai. Untuk memahami lebih jauh proses berpikir S1, dilakukan wawancara untuk mengungkap cara S1 memahami, merencanakan, melaksanakan, dan memeriksa kembali solusi selama memecahkan masalah sesuai tahapan Polya. Hal ini dipaparkan dalam Gambar 6. Dari kutipan wawancara tersebut,

terlihat bahwa S1 memiliki pemahaman yang baik terhadap masalah dan strategi penyelesaian. S1 mampu menjelaskan urutan langkah secara runtut dan menunjukkan pemahaman konsep yang mendasari rumus.

P: Apa yang kamu pahami dari masalah yang diberikan?

S1: Jadi diketahui suatu barisan aritmatika yang memiliki bedanya itu positif. Terus di a sendiri itu disuruh untuk menuliskan 10 suku pertama dari barisan aritmatika yang aku pilih sendiri. Kemudian di nomor b sendiri itu disuruh untuk menentukan rumus untuk mencari suku ke-n dari barisan aritmatika yang sudah aku pilih tadi. Nah di nomor c sendiri itu disuruh menentukan rumus untuk menghitung jumlah n suku pertama dari barisan yang sudah aku pilih tadi. Pada nomor a, aku memilih barisan aritmatika 13, 18, 23, 28, 33, 38, 43, 48, 53, 58. Nah disini itu bedanya setiap suku itu 5.

P: Kenapa 5?

S1: Sengaja itu bedanya positif karena di masalah diketahui suatu barisan aritmatika yang memiliki bedanya positif. Terus aku juga mengecek dari barisan aritmatika yang aku pilih tadi satu-satu pakai rumus barisan aritmatika pada umumnya. Rumusnya itu $U_n = a + (n - 1)b$. Misalnya $U_1 = 13 + (1 - 1)5$ hasilnya 13 dihitung sampai U_{10} yang aku hitungnya itu $U_{10} = 13 + (10 - 1)5$ yang hasilnya 58. Jadi intinya ngerjainnya pakai dua cara yaitu manual sama pakai rumus terus ditentukan sendiri $a = 13$ dan $b = 5$ karena diminta masalah bedanya positif.

P: Menurut kamu apa yang dimaksud suku ke-n dalam barisan aritmatika?

S1: Simbolnya itu U_n misalnya kalau U_4 itu berarti nyari suku ke 4 terus ya pokoknya rumus ini itu buat nyari suku ke-n dari barisan aritmatika.

P: Konsep barisan aritmatika itu apa?

S1: Jadi barisan aritmatika itu barisan yang memiliki beda sama boleh positif ataupun negatif tapi yang diminta dari masalah tadi kan positif jadi aku menentukan bedanya positif yaitu 5.

P: Bagaimana caranya kamu menuliskan hasil yang b ini?

S1: Jadi aku nulis dulu rumus umumnya, terus aku masukin apa yang sudah diketahui jadi kan rumus umumnya itu $U_n = a + (n - 1)b$, nah aku masukin dari barisan aritmatika yang aku buat yaitu $U_n = 13 + (n - 1)5$ karena bedanya 5 terus aku sederhanakan jadi $U_n = 13 + 5n - 5$ terus

keremu $U_n = a + (n - 1)b$ terus aku juga memastikan kalau jawabanku benar dengan mengecek pakai nyari suku ke 5 jadi $U_5 = 8 + 5(5) = 33$ dan benar melihat barisan aritmatika yang sudah aku buat tadi.

P: Terus untuk yang c, bagaimana cara kamu mendapatkan hasil seperti itu?

S1: Pertama aku tulis dulu rumus umum dari menghitung jumlah n suku pertama, yaitu $S_n = \frac{n}{2}(2a + (n - 1)b)$, habis itu kan ada tulisan a dan b juga, jadi aku masukin dari barisan yang sudah aku tentukan tadi masalahnya bisa, jadi $S_n = \frac{n}{2}(2(13) + (n - 1)5)$, karena suku pertama 13 dan bedanya 5, habis itu aku sederhanakan, jadi $S_n = \frac{n}{2}(21 + 5n)$, habis itu aku juga memastikan kalau rumus yang sudah aku buat tadi itu benar dengan cara menentukan jumlah 2 suku pertama dari barisan tersebut jadi $S_2 = \frac{2}{2}(21 + 5(2)) = 31$, dan dihitung secara manual dari barisan aritmatika yang sudah aku tentukan tadi itu sama 13 plus 18 itu sama dengan 31.

P: Apakah kamu mengalami kesalahan dalam perhitungan?

S1: Iya, saat memastikan di yang bagian a tadi di U_4 nya sendiri aku salah menghitung 13 plus 15 itu 18, tapi habis itu aku cek ulang ternyata salah dan sudah aku ganti jadi 28.

P: Menurutmu apakah ada cara lain untuk menyelesaikan masalah ini?

S1: Ada, di a sendiri itu kan disuruh menentukan sendiri jadi pasti setiap orang jawabannya pasti beda-beda bisa dari bedanya yang beda atau enggak mulai dari angka yang beda jadi di b dan c itu juga bisa jawabannya berbeda-beda berdasarkan barisan aritmatika yang sudah dibentuk.

P: Berarti menurut kamu kan jawaban kamu benar tapi kalau ada orang lain yang menjawab beda berarti itu juga belum tentu salah?

S1: Iya karena yang dimasukkan itu beda juga misal a dimasukkan dua, bedanya 2, barisan nya jadi 2, 4, 6, 8, 10 jadi jawabannya pasti beda-beda tapi ya nggak selalu salah karena memang dari awal bisa berbeda-beda.

Gambar 6. Kutipan Wawancara dengan S1

Nama: S1

Kegiatan	Perilaku	Strategi/Indikasi Kesulitan	Catatan
Tes tertulis	Dapat menuliskan rumus dasar dengan tepat	Langsung menuliskan informasi yang diketahui	Percaya diri, fokus, dan teliti saat mengerjakan
Wawancara	Dapat menjelaskan alasan memilih rumus, menjawab dengan runtut	Menjelaskan strategi dengan lancar	Memahami konsep & melewati semua tahapan Polya

Gambar 7. Catatan Peneliti untuk S1

Catatan peneliti pada Gambar 7 menunjukkan bahwa S1 tampak percaya diri saat mengerjakan tes tertulis dan menjawab pertanyaan wawancara. S1 juga cenderung teliti dalam menuliskan kembali informasi yang diketahui dan ditanyakan, serta aktif memeriksa kembali hasil yang diperoleh. Dengan demikian, berdasarkan hasil jawaban tertulis, hasil wawancara, dan catatan peneliti, S1 mampu melalui keempat tahap pemecahan masalah Polya, yaitu memahami masalah, merencanakan solusi, melaksanakan rencana, dan memeriksa kembali solusi.

Pada tahap pertama, yaitu memahami masalah, S1 menunjukkan pemahaman yang baik. S1 mampu mengidentifikasi bahwa masalah meminta

barisan aritmatika dengan beda positif serta memahami tugasnya, yaitu menentukan 10 suku pertama, rumus U_n , dan rumus S_n . Pemahaman terhadap konsep barisan aritmatika juga cukup baik, terlihat dari pengakuannya bahwa barisan aritmatika adalah barisan dengan beda yang sama. Selain itu, S1 menyadari adanya sifat *open-ended* dari masalah tersebut.

Pada tahapan merencanakan solusi, S1 mampu merencanakan dan menjelaskan langkah-langkah sistematis untuk memecahkan masalah. S1 menentukan nilai awal $a = 13$ dan beda $b = 5$, sesuai dengan syarat bahwa beda harus positif. S1 juga memilih dan memahami rumus yang relevan untuk U_n dan S_n . Selain itu, S1 menyusun strategi untuk menghitung 10 suku pertama dan jumlah n suku pertama secara manual dan menggunakan rumus, serta merencanakan cara untuk memverifikasi hasilnya. Pemahaman konseptual yang baik memungkinkan siswa memilih prosedur matematika yang tepat untuk memecahkan masalah dan mentransfer pemahaman mereka ke situasi matematika yang baru dan tidak familiar¹⁸.

Pada tahapan melaksanakan rencana, S1 melaksanakan langkah-langkah yang telah direncanakan dengan baik. S1 menentukan 10 suku pertama dari barisan aritmatika dengan $a = 13$ dan $b = 5$, menggunakan rumus $U_n = a + (n - 1)b$ yang disederhanakan menjadi $U_n = 8 + 5n$. Untuk menghitung jumlah n suku pertama, S1 menggunakan rumus $S_n = \frac{n}{2}(2a + (n - 1)b)$, yang kemudian disederhanakan menjadi $S_n = \frac{n}{2}(21 + 5n)$, dan melakukan perhitungan dengan tepat. Pengetahuan konseptual yang dimiliki memungkinkan siswa untuk memilih dan menerapkan prosedur yang tepat sesuai dengan situasi, serta mengintegrasikan informasi baru dengan baik ke dalam pemahaman yang sudah ada¹⁹.

Pada tahap memeriksa kembali solusi, S1 memverifikasi hasil perhitungannya dengan memeriksa ulang jawaban, mengidentifikasi kesalahan, dan memperbaikinya. Seperti mengidentifikasi kesalahan dalam perhitungan $U_4 = 18$ dan melakukan koreksi menjadi $U_4 = 28$, memverifikasi perhitungan U_5 dan S_2 untuk memastikan kebenaran, serta memeriksa kembali hasil dengan menghitung manual dan membandingkan. Dengan demikian, S1 berhasil melewati seluruh tahapan berpikir matematis sesuai tahapan Polya. Siswa yang memahami langkah-langkah penyelesaian masalah menurut indikator Polya cenderung lebih efektif dalam

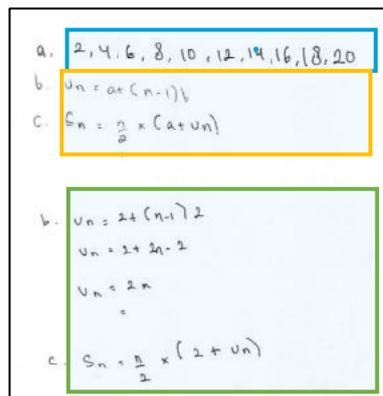
¹⁸ Camilla Gilmore dkk., "Understanding Arithmetic Concepts: The Role of Domain-Specific and Domain-General Skills," *PLOS ONE* 13, no. 9 (2018): e0201724, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201724>.

¹⁹ Laura M. O'Dwyer dkk., "Teaching for Conceptual Understanding: A Cross-National Comparison of the Relationship Between Teachers' Instructional Practices and Student Achievement in Mathematics," *Large-scale Assessments in Education* 3, no. 1 (2015): 1, <https://doi.org/10.1186/s40536-014-0011-6>.

memecahkan masalah matematika. Pemahaman yang baik terhadap hubungan antar elemen dalam barisan aritmatika, seperti beda (b) dan suku awal (a), memungkinkan siswa merancang solusi yang lebih tepat. Selain itu, penggunaan rumus yang relevan dan perhitungan manual untuk verifikasi hasil semakin memperkuat keakuratan solusi yang ditemukan ²⁰.

2. Proses Berpikir Siswa Subjek 2

Subjek 2 (S2) mampu menyelesaikan soal hingga tahap memahami masalah, merencanakan solusi, dan melaksanakan rencana, tetapi tidak melakukan pemeriksaan kembali terhadap hasil. Berdasarkan hasil tes tertulis dan wawancara, S2 menunjukkan pemahaman yang baik pada tahap awal, namun kurang teliti dalam memverifikasi jawaban. Lihat Gambar 8.



a. 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20

b. $U_n = a + (n-1)b$

c. $S_n = \frac{n}{2} \times (a + u_n)$

b. $U_n = 2 + (n-1)2$
 $U_n = 2 + 2n - 2$
 $U_n = 2n$
 $=$

c. $S_n = \frac{n}{2} \times (2 + u_n)$

Gambar 8. Jawaban S2

Gambar 8 memperlihatkan proses berpikir matematis S2 dalam memecahkan masalah *open-ended* pada materi barisan dan deret aritmatika. Untuk memperdalam analisis, dilakukan wawancara guna menelusuri cara S2 memahami masalah, merencanakan strategi, melaksanakan perhitungan, dan memeriksa kembali solusi sesuai tahapan Polya. Hasil wawancara tersebut disajikan pada Gambar 9.

²⁰ Chindy Kurniasari dkk., "Analisis Kesulitan Menyelesaikan Soal Cerita Materi Barisan Dan Deret Aritmetika Dengan Indikator Polya Pada Siswa Kelas X," *Numeracy* 9, no. 2 (2022): 122–37, <https://doi.org/10.46244/numeracy.v9i2.1959>.

<p>P: Apa yang kamu pahami dari masalah ini?</p> <p>S2: Yang pertama, 10 suku pertama dari barisan aritmatika, terus rumus suku ke-n, sama menghitung jumlah n suku pertama.</p> <p>P: Gimana caranya kamu tentuin apa yang harus dilakukan setelah kamu baca masalah ini?</p> <p>S2: Untuk masalah a itu saya kayak langsung mikir angka yang paling gampang aja kayak yang biasa dan bedanya tuh sama terus, kalau yang seterusnya tinggal neikut rumus yang sudah ada.</p> <p>P: Kamu tau nggak apa yang dimaksud suku ke-n dalam barisan aritmatika?</p> <p>S2: Suku ke-n itu suku yang dicari, simbolnya U_n.</p> <p>P: U_n itu apa?</p> <p>S2: a.</p> <p>P: U_n tuh nyari apa?</p> <p>S2: Suku ke-2 nya.</p> <p>P: ini kamu udah nulis 10 sukunya ya, Gimana cara kamu menentukan 10 suku yang kamu tulis ini?</p> <p>S2: Kayak dari yang pertama sendiri itu 2, 2 kayak paling gampang, jadi tinggal ditambihin aja cari bedanya, bedanya 2 jadi tinggal ditambihin terus 2, 2, 2</p>	<p>P: Berarti kamu Nulis 2 sampai 20 ini pakai manual?</p> <p>S2: Iya.</p> <p>P: Gimana cara kamu menemukan rumus suku ke n dari barisan yang kamu buat?</p> <p>S2: Cara cari rumusnya itu karena udah diajarin sama guru di sekolah.</p> <p>P: Kalau cara buat tentuin yang c ini gimana?</p> <p>S2: Sama, udah diajarin guru di sekolah.</p> <p>P: Bisa nggak kamu nunjukin proses jawab yang c ini kayak gimana?</p> <p>S2: Untuk yang S_n itu karena n-nya sendiri belum diketahui jadi tetap ditulis $\frac{n}{2}(a + un)$, a-nya udah diketahui 2, jadi 2, ditambah U_n-nya</p> <p>P: Kan ini kamu udah tahu rumusnya ya, terus kamu udah nulis manual ini tadi, nah itu tuh kamu bisa pastiin nggak kalau hasil yang kamu tulis sesuai sama rumus yang kamu tulis ini?</p> <p>S2: Sesuai.</p> <p>P: Kamu ngecek apa nggak?</p> <p>S2: Engga.</p> <p>P: Setelah kamu kerjakan secara manual, menurut kamu, ada cara lain buat ngerjain ini nggak?</p>
<p>S2: Ada 2 cara ya, buat nyari barisannya, ada yang itu manual, kalau nggak ya pakai rumus.</p> <p>P: Setelah kamu ngerjain tadi kamu sempet ngecek kembali jawaban kamu nggak?</p> <p>S2: Neerjain yang ini, engega.</p> <p>P: Berarti konsep barisan aritmatika itu apa?</p> <p>S2: Ngga ngerti.</p>	<p>P: Kamu tadi ada kesalahan dalam perhitungan apa nggak?</p> <p>S2: Ngga kayaknya.</p> <p>P: Kamu tadi periksa ulang jawaban kamu apa nggak?</p> <p>S2: Ngga aku periksa, ngga tau juga kalau ada yang kurang teliti.</p>

Gambar 9. Kutipan Wawancara dengan S2

Berdasarkan kutipan pada Gambar 9 terlihat bahwa S2 mampu menjelaskan strategi penyelesaian dengan cukup baik, namun tidak menyinggung pemeriksaan kembali hasil yang diperoleh.

Selain melalui tes tertulis dan wawancara, analisis proses berpikir S2 juga dilengkapi dengan catatan peneliti. Catatan ini merekam perilaku non-verbal, ekspresi, maupun indikasi strategi yang tampak saat S2 mengerjakan soal. Gambar 10 berikut menyajikan catatan peneliti untuk S2.

Nama: S2			
Kegiatan	Perilaku	Strategi/Indikasi Kesulitan	Catatan
Tes tertulis	menuliskan rumus dasar dengan benar	Cara yang digunakan sudah tepat.	Kurang teliti di tahap akhir
Wawancara	bisa menjelaskan strategi yang digunakan, tapi ragu ketika cek ulang	Tahap memeriksa kembali (x)	Percaya diri tapi tidak melakukan verifikasi jawaban

Gambar 10. Catatan Peneliti untuk S2

Catatan peneliti pada Gambar 10 menunjukkan bahwa S2 mengerjakan soal dengan cukup lancar pada tahap memahami masalah, merencanakan, dan melaksanakan rencana. Namun, S2 cenderung terburu-buru menyelesaikan pekerjaannya sehingga tidak melakukan pemeriksaan kembali terhadap hasil. Temuan ini konsisten dengan hasil tes tertulis dan wawancara.

Pada tahap memahami masalah, S2 menunjukkan pemahaman yang baik dengan menyadari bahwa masalah meminta untuk menentukan 10 suku pertama, rumus U_n , dan rumus S_n dari barisan aritmatika. S2 juga mampu menjelaskan konsep suku ke-n dengan jelas. Pemahaman dasar S2 terkait

suku pertama dan suku ke- n mendukung kemampuannya untuk mengidentifikasi elemen-elemen penting dalam barisan aritmatika.

Pada tahap merencanakan solusi, S2 memilih nilai awal $a = 2$ dan beda $b = 2$ untuk membentuk barisan aritmatika. S2 merencanakan pendekatan sederhana untuk menentukan U_n dan S_n . Penjelasan langkah-langkah yang disampaikan tidak menunjukkan inisiatif untuk menghubungkan proses tersebut dengan konsep mendalam, seperti sifat-sifat barisan aritmatika. Strategi yang digunakan S2 mencerminkan pendekatan yang diajarkan di sekolah cenderung bersifat mekanis karena hanya mengandalkan rumus tanpa disertai refleksi atau eksplorasi lebih lanjut. Pendekatan yang cenderung mekanis ini mencerminkan pola pembelajaran yang berfokus pada prosedur dan hafalan, sehingga kurang mengembangkan pemahaman konsep yang mendasari serta kemampuan logis matematika²¹.

Pada tahap melaksanakan rencana, S2 berhasil menuliskan 10 suku pertama secara manual dengan pola yang sesuai, menunjukkan pemahaman terhadap konsep dasar barisan aritmatika. S2 juga berhasil menuliskan rumus U_n dan S_n beserta proses penerapan rumus dengan benar. Akan tetapi, langkah ini tidak didukung oleh validasi atau pengecekan ulang hasil. Hal ini menunjukkan bahwa S2 lebih berfokus pada penyelesaian teknis tanpa memahami logika di balik proses tersebut, sehingga tidak mencapai tahapan memeriksa kembali Solusi. S2 cenderung berasumsi bahwa hasilnya sudah benar tanpa melakukan evaluasi lebih lanjut atau mempertimbangkan alternatif lain untuk memvalidasi hasil. Padahal, memeriksa kembali dalam memecahkan masalah merupakan langkah yang sangat penting karena mampu meningkatkan kemampuan memecahkan masalah²². Ketergantungan pada pengajaran guru dan kurangnya kebiasaan memeriksa ulang kembali jawaban menunjukkan bahwa S2 belum memiliki refleksi kritis dalam proses penyelesaian masalah.

3. *Proses Berpikir Siswa Subjek 3*

Subjek 3 (S3) mampu menyelesaikan soal hingga tahap memahami masalah dan merencanakan solusi, namun menunjukkan kesulitan pada tahap melaksanakan rencana serta tidak melakukan pemeriksaan kembali terhadap hasil. Berdasarkan hasil tes tertulis dan wawancara, S3 memahami informasi dasar dari soal, tetapi kurang sistematis dalam mengembangkan

²¹ Hamdan Sugilar, "Strategi Membangun Kemampuan Logis Matematis Bagi Siswa Sekolah Dasar," *Journal of Contemporary Issue in Elementary Education* 1, no. 2 (2023): 81–91, <https://doi.org/10.33830/jciee.v1i2.6546>.

²² Dony Setyawan, "Proses Memeriksa Kembali Dalam Memecahkan Masalah Kontekstual Matematis Ditinjau Dari Gaya Belajar," *MATHEdunesa* 9, no. 2 (2020): 455–60, <https://doi.org/10.26740/mathedunesa.v9n2.p455-460>.

strategi penyelesaian. Berikut adalah jawaban tertulis dari S3 dalam memecahkan masalah.

a. 4, 10, 16, 22, 28, 34, 40, 46, 52, 58

b. $U_n = a + (n-1)b$

c. $S_n = \frac{n}{2}(a + u_n)$

$U_n = 4 + (n-1)6$
 $= 4 + 6n - 6$
 $= -2 + 6n$

Gambar 11. Jawaban S3

Gambar 11 memperlihatkan proses berpikir matematis S3 dalam menyelesaikan masalah *open-ended* pada materi barisan dan deret aritmatika. Untuk memperdalam analisis, dilakukan wawancara guna menelusuri cara S3 memahami masalah, merencanakan strategi, melaksanakan perhitungan, dan memeriksa kembali solusi sesuai tahapan Polya. Hasil wawancara tersebut disajikan pada Gambar 12.

<p>P: Apa barisan aritmatika itu?</p> <p>S3: Nggak tau juga. Karena langsung sama guru nya tuh kayak nggak dikasih tau konsepnya itu apa. Kayak langsung hitungnya gitu loh. Cara mencari kayak suku keberapa dari barisan aritmatika kayak gitu aja.</p> <p>P: Kalau disuruh nyari suku ke 10 berarti simbolnya apa?</p> <p>S3: Simbolnya berarti U10.</p> <p>P: Apa yang disuruh masalahnya?</p> <p>S3: Yang pertama ini tuliskan 10 suku pertama dari barisan aritmatika yang kamu pilih. Jadi cuman nulisin aja suku-suku dari barisan aritmatika yang kita pilih. Terus yang kedua kayak tunjukkan rumus untuk mencari suku ke N. Ya tinggal nulisin rumusnya untuk mencari suku ke N dari barisan aritmatika. Terus yang ketiga ini, rumus untuk menghitung jumlah n suku pertama dari barisan tersebut. Jadi tinggal nulisin rumusnya aja.</p> <p>P: Ini kan kamu udah nulis sukunya ya? Terus langkah apa aja yang kamu tentuin buat nulis 10 suku ini?</p> <p>S3: Bedanya aja. Ini aku pilih bedanya 6 kan. Jadi ini aku tulis dari 4, 10, 16 dan selanjutnya itu aja.</p> <p>P: Berarti kamu tentuin bedanya?</p> <p>S3: Ya tentuin bedanya 6 gitu.</p> <p>P: Terus kan itu disuruh menemukan rumus suku ke N. Nah itu kamu nulisnya gimana?</p> <p>S3: Ini U_n sama dengan a plus dalam kurung n-1 dalam kurung kali ini.</p> <p>P: Kamu tau nggak itu A-nya berapa?</p>	<p>S3: A-nya 4 karena A itu kan suku pertama dari barisan aritmatika.</p> <p>P: B-nya?</p> <p>S3: B-nya ini 6. Kalau dimasukin A sama B-nya. Berarti UN sama dengan 4 plus N-1 di kali 6.</p> <p>P: Ini kira-kira bener nggak rumusnya? Kalau kamu cek misalnya.</p> <p>S3: Masih belum tau.</p> <p>P: Kenapa belum tau?</p> <p>S3: Nggak aku ceknya.</p> <p>P: Terus kalau menentukan SN-nya itu kamu gimana caranya?</p> <p>S3: Ini sesuai rumus yang udah dikasih tau sama guru.</p> <p>P: Gimana caranya kamu nemuin suku pertama sampai terakhir tadi caranya?</p> <p>S3: Cari bedanya dulu. Terus tinggal dilanjutin sampai ke belakang.</p> <p>P: Berarti kamu ngitung manual?</p> <p>S3: Iya. Kayak 4 tambah 6.</p> <p>P: Terus abis itu gimana cara kamu tentuin ini tuh 4?</p> <p>S3: Asal pilih aja sih. Karena kayak kepikiran aja.</p> <p>P: Kira-kira yang kamu tulis ini bener atau nggak?</p> <p>S3: Harusnya bener masalahnya udah dihitung manual.</p> <p>P: Berarti yakin kalau bener?</p> <p>S3: Yakin</p> <p>P: Setelah kamu ngitung manual kayak gini kira-kira ada nggak cara lain buat tentuin suku-sukunya?</p> <p>S3: Ya pake rumus yang UN tadi.</p>
<p>P: Sudah ngerti konsep barisan aritmatika belum?</p> <p>S3: Sebenarnya belum sih. Karena gurunya itu kan kayak selalu ngasih tugas doang. Terus kayak suruh ngitung doang. Padahal tuh aku belum paham konsepnya tuh kayak gimana gitu. Konsepnya dari bahasan aritmatika sendiri.</p>	<p>P: Kalau kamu lihat masalahnya, ada nggak informasi penting yang bisa kamu dapat di masalah itu?</p> <p>S3: Ini, beda positif.</p> <p>P: Apa maksudnya beda positif?</p> <p>S3: Jadi bedanya ini positif bukan negatif, bukan minus. Jadi semakin sukunya semakin besar tuh juga angkanya semakin besar.</p>

Gambar 12. Kutipan Wawancara dengan S3

Berdasarkan kutipan pada Gambar 12 terlihat bahwa S3 dapat mengidentifikasi apa yang diminta soal, tetapi mengalami keraguan ketika harus melanjutkan ke tahap perhitungan. S3 juga tidak menunjukkan adanya upaya untuk memeriksa kembali jawaban yang diperoleh.

Selain tes tertulis dan wawancara, analisis proses berpikir S3 juga dilengkapi dengan catatan peneliti. Catatan ini memberikan informasi

tambahan tentang perilaku dan strategi S3 saat mengerjakan soal. Gambar 13 berikut menyajikan catatan peneliti untuk S3.

Nama: S3

Kegiatan	Perilaku	Strategi/ Indikasi Kesulitan	Catatan
Tes tertulis	Dapat menulis rumus dasar	Masih kebingungan memilih rumus	Terlihat ragu dan tidak melanjutkan Perhitungan
Wawancara	Menjawab singkat	Kesulitan melanjutkan ke tahap penyelesaian wawancara	Kurang yakin dengan jawabannya

Gambar 13. Catatan Peneliti untuk S3

Catatan peneliti pada Gambar 13 menunjukkan bahwa S3 memahami maksud soal dengan baik, namun tampak ragu dan kurang percaya diri ketika menentukan langkah perhitungan. Hal ini konsisten dengan hasil wawancara yang menunjukkan bahwa S3 belum dapat melaksanakan rencana dengan tuntas, serta tidak melakukan pemeriksaan kembali terhadap hasil pekerjaannya.

Pada tahap memahami masalah, S3 menunjukkan pemahaman yang baik terhadap masalah yang diberikan. S3 dapat menyebutkan komponen masalah yang harus diselesaikan, yaitu menentukan 10 suku pertama, rumus suku ke- n , dan rumus jumlah n suku pertama. Selain itu, S3 memahami bahwa beda pada barisan harus bernilai positif sesuai dengan informasi yang diberikan.

Pada tahap merencanakan solusi, S3 berhasil merencanakan langkah-langkah penyelesaian dengan menentukan nilai awal $a = 4$ dan beda $b = 6$ tanpa kesulitan sebagai langkah awal menyusun barisan. Selanjutnya, S3 menyusun langkah-langkah untuk menentukan 10 suku pertama secara manual, sekaligus menerapkan rumus suku ke- n dan jumlah n suku pertama yang telah diajarkan oleh guru. S3 juga mensubstitusi nilai a dan b yang telah ditentukan ke dalam rumus tersebut untuk melengkapi perencanaan.

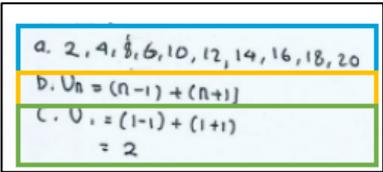
Pada tahap melaksanakan rencana, S3 berhasil menuliskan 10 suku pertama secara manual dengan penambahan berulang dan menyusun rumus suku ke- n melalui manipulasi aljabar yang sesuai dengan barisan yang telah dibuat. Namun, dalam menentukan rumus jumlah n suku pertama, S3 hanya menggunakan rumus umum tanpa melakukan manipulasi aljabar, yang menyebabkan tahapan ini tidak sepenuhnya tercapai. S3 mengaku belum sepenuhnya memahami konsep dasar barisan aritmatika karena pembelajaran sebelumnya lebih menekankan pada perhitungan langsung daripada pemahaman konsep. Akibatnya, pemahaman matematikanya bersifat prosedural, terbatas pada mengikuti langkah-langkah atau rumus

tanpa memahami logika di baliknya²³. Hal ini menunjukkan bahwa S3 mengalami hambatan epistemologis.

Menurut Brousseau, hambatan epistemologis bukan sekadar kurangnya pengetahuan, tetapi merupakan konsepsi yang menghasilkan jawaban benar dalam konteks biasa namun salah ketika diterapkan pada situasi baru yang memerlukan sudut pandang berbeda²⁴. Tahapan memeriksa kembali solusi tidak tercapai karena S3 tidak mengevaluasi kebenaran hasil substitusi atau memverifikasi rumus yang digunakan. Hal ini mencerminkan kurangnya kebiasaan untuk memeriksa solusi secara kritis. Pada tahap memeriksa kembali ada siswa yang belum mencapai tahapan ini karena belum memecahkan tahapan yang sebelumnya²⁵. S3 cenderung menganggap hasil manual sudah benar tanpa memastikan kesesuaiannya dengan rumus. Kesalahan tersebut tergolong sangat fatal karena peserta didik tidak memeriksa kembali jawaban mereka dan berasumsi jawaban yang mereka temukan merupakan hasil akhir dari permasalahan yang mereka hadapi²⁶.

4. Proses Berpikir Siswa Subjek 4

Subjek 4 (S4) mampu memahami soal dan mulai merencanakan strategi penyelesaian, tetapi mengalami kesulitan dalam melaksanakan rencana serta tidak melakukan pemeriksaan kembali terhadap hasil. Berdasarkan hasil tes tertulis dan wawancara, S4 menunjukkan pemahaman awal terhadap maksud soal, namun perhitungan yang dilakukan belum tepat dan tidak ditinjau ulang. Berikut adalah jawaban tertulis dari S4 dalam memecahkan masalah.



The image shows a student's handwritten work on a piece of paper. It is divided into three horizontal sections by colored lines. The top section, outlined in blue, contains the sequence: a. 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20. The middle section, outlined in yellow, contains the formula: b. $U_n = (n-1) + (n+1)$. The bottom section, outlined in green, contains the calculation: c. $U_1 = (1-1) + (1+1) = 2$.

Gambar 14. Jawaban S4

²³ Natalia Karlsson dan Wiggo Kilborn, "Arithmetic and Algebraic Knowledge in Student Learning of Concepts," *Education and New Developments* 1, no. 1 (2023): 3-7, <https://doi.org/10.36315/2023v1end001>.

²⁴ Tri Aprianti Fauzia dkk., "Desain Didaktis Konsep Barisan Dan Deret Aritmetika Pada Pembelajaran Matematika Sekolah Menengah Atas," *Journal on Mathematics Education Research (J-MER)* 1, no. 2 (2020): 49-59, <https://doi.org/10.17509/j-mer.v1i2.7743>.

²⁵ Timbul Yuwono dkk., "Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Berdasarkan Prosedur Polya," *Jurnal Tadris Matematika* 1, no. 2 (2018): 137-44, <https://doi.org/10.21274/jtm.2018.1.2.137-144>.

²⁶ Setyawan, "Proses Memeriksa Kembali Dalam Memecahkan Masalah Kontekstual Matematis Ditinjau Dari Gaya Belajar."

Gambar 14 memperlihatkan proses berpikir matematis S4 dalam menyelesaikan masalah *open-ended* pada materi barisan dan deret aritmatika. Untuk menggali lebih jauh proses berpikir S4, dilakukan wawancara yang bertujuan menelusuri cara S4 memahami, merencanakan, melaksanakan, dan memeriksa kembali solusi sesuai tahapan Polya. Hasil wawancara tersebut disajikan pada Gambar 15.

<p>P: Apa yang kamu pahami dari masalah tersebut</p> <p>S: mengenai barisan aritmatika, terus ya mencari rumus-rumus</p> <p>P: kan tadi kamu bilang barisan aritmatika, nah barisan aritmatika itu apa?</p> <p>S: kalau setahu aku kayak barisan yang ada polanya gitu</p> <p>P: polanya itu pola apa?</p> <p>S: kayak ada bedanya gitu</p> <p>P: di sini kenapa kamu menggunakan beda positif?</p> <p>S: ya karena itu, ntar kan disuruh nyari rumusnya</p> <p>P: sudah?</p> <p>S: sudah</p> <p>P: kan tadi sudah tahu kan yang disuruh nyari apa terus yang diketahui apa, apa yang kamu lakukan untuk menjawab masalah itu?</p> <p>S: harus faham dulu, ingat-ingat lagi tentang materi barisan aritmatika itu</p> <p>P: kan tadi ada kata-kata, suku Ke-n, nah, suku ke-n dalam barisan aritmatika itu apa?</p> <p>S: maksudnya kan barisan aritmatika kan ada angka-angka gitu, suku ke-n itu kaya misal suku ke 10 dari barisan tersebut itu berapa terus ntar ada angka-angka</p> <p>P: kalau suku ke 10 berarti simbolnya apa?</p> <p>S: U10</p> <p>P: apakah kamu sudah bisa menuliskan contoh barisan aritmatika dengan beda positif?</p> <p>S: bisa</p>	<p>P: berapa yang kamu tulis?</p> <p>S: 2, 4, 8, 6, 10 15, 16, 17, 18, 20</p> <p>P: coba jelaskan langkah-langkah yang kamu rencanakan buat menuliskan 10 suku tadi?</p> <p>S: di hitung aja bedanya, jadi kayak, kalau misalkan 2, 2, 2, 2, 2 gitu kayak bentuk pola, berarti 2 tambah 2, 4 dan seterusnya sampai 20</p> <p>P: selain menambahkan 2, 2, 2 di setiap sukunya kira-kira buat membentuk 10 suku pertama ada cara lain nggak?</p> <p>S: ada</p> <p>P: kalau ada pakai apa?</p> <p>S: kalau misalkan plus 5 gitu juga boleh, jadi kayak plus 5, plus 5, kalau nggak kayak plus 2 ntar kan hasilnya 4 nanti di plus 4, nanti hasilnya 8 di plus 8</p> <p>P: kalau cara lain selain di plus, plus, plus ada cara lain?</p> <p>S: di kali</p> <p>P: berarti tadi kamu ini ingin untuk manual ya?</p> <p>S: iya</p> <p>P: terus yang C kan disuruh menentukan rumus untuk jumlah N suku pertama, itu maksudnya gimana? maksud masalahnya? apa yang diminta masalahnya?</p> <p>S: nentuin angka berapa yang terdapat di suku pertama</p> <p>P: kenapa kok suku pertama?</p> <p>S: karena masalahnya suku pertama, jadi aku hitung u satu-nya</p>
<p>P: terus habis itu apakah kamu tadi memastikan bahwa suku-suku yang kamu tulis itu sudah benar sesuai dengan pola barisan aritmatika?</p> <p>S: sudah</p> <p>P: tadi kamu periksa kembali apa enggak?</p> <p>S: enggak</p> <p>P: kira-kira rumus yang kamu buat ini sudah menghasilkan suku-suku yang benar apa belum?</p> <p>S: benar sih, benar, eh salah, ini kebalik</p> <p>P: biarin-biarin enggak apa-apa tadi aja 8 sama 6, ngga usah dibenerin, terus kamu ini kan rumusnya buat barisan ini, kalau rumus umum barisan aritmatika tahu nggak?</p> <p>S: tahu tapi lupa</p> <p>P: caranya kamu dapat ini terus tadi gimana?</p> <p>S: dikira-kira,</p> <p>P: kamu kesulitan enggak buat memahami apa yang diminta oleh masalah?</p> <p>S: masalahnya si enggak ya, cuma rumusnya lupa</p> <p>P: kalau barisan aritmatika itu apa?</p> <p>S: kayak yang tadi ya, barisan angka-angka yang ada polanya</p> <p>P: polanya itu gimana tadi?</p>	<p>S: ya kalau misalkan berurutan beraturan, kalau tambah 2, tambah 2, tambah 2 kalau misalkan ya, tambah 2, tambah 4, tambah 6, tambah 8</p> <p>P: kan ada barisan aritmatika, ada deret aritmatika, kalau deret aritmatika itu apa?</p> <p>S: nggak tahu</p> <p>P: apakah kamu merasa kesulitan dalam menerapkan rumus dari barisan dan deret aritmatika?</p> <p>S: kadang</p> <p>P: kenapa?</p> <p>S: kadang itu ada masalah yang kayak agak susah di mengerti</p> <p>P: kamu yakin nggak dengan langkah-langkah yang kamu kerjakan ini?</p> <p>S: enggak</p> <p>P: kenapa nggak yakin?</p> <p>S: Karena lupa</p> <p>P: kamu mengalami kesalahan dalam perhitungan apa enggak?</p> <p>S: iya kayaknya, yang ini kebalik</p> <p>P: kenapa bisa kebalik?</p> <p>S: karena gatau ga sadar</p>

Gambar 15. Kutipan Wawancara dengan S4

Berdasarkan kutipan pada Gambar 15 terlihat bahwa S4 mampu menjelaskan sebagian strategi penyelesaian, tetapi mengalami hambatan dalam penerapan rumus dan tidak melakukan pemeriksaan ulang terhadap jawabannya.

Selain tes tertulis dan wawancara, analisis proses berpikir S4 juga diperkuat dengan catatan peneliti. Catatan ini memberikan informasi tambahan mengenai perilaku dan kesulitan yang muncul selama S4 mengerjakan soal. Gambar 16 berikut menyajikan catatan peneliti untuk S4.

Nama: S4

Kegiatan	Perilaku	Strategi/ Indikasi Kesulitan	Catatan
Tes tertulis	Tidak Menulis rumus dasar yang tepat	Strategi Penyelesaian kurang tepat	Bingung sejak awal
Wawancara	Menjawab singkat	Tidak Mampu Menjelaskan Strategi	Menunjukkan kebingungan sejak awal

Gambar 16. Catatan Peneliti untuk S4

Catatan peneliti pada Gambar 16 menunjukkan bahwa S4 cukup memahami instruksi soal, tetapi tampak bingung saat melaksanakan perhitungan. S4 juga tidak melakukan pemeriksaan kembali, sehingga hasil yang diperoleh dibiarkan tanpa verifikasi. Temuan ini konsisten dengan hasil wawancara dan tes tertulis.

Pada tahap memahami masalah, S4 menyadari bahwa masalah berkaitan dengan barisan aritmatika dengan pola tertentu dan beda positif, tetapi pemahamannya masih dangkal. Hal ini terlihat ketika ia menjelaskan pola barisan aritmatika dengan menyebutkan bahwa barisan tersebut "berurutan beraturan" seperti "tambah 2, tambah 2, tambah 2" dan kemudian memberikan contoh pola yang keliru, seperti "tambah 2, tambah 4, tambah 6, tambah 8," yang menunjukkan ketidakpahaman terhadap konsep beda tetap dalam barisan aritmatika. Selain itu, S4 juga menyebutkan bahwa pola barisan aritmatika dapat dibentuk menggunakan perkalian, padahal secara konsep, beda dalam barisan aritmatika hanya melibatkan penjumlahan atau pengurangan dengan nilai tetap. Hal ini menunjukkan bahwa pemahaman subjek terhadap definisi dan sifat dasar barisan aritmatika belum matang, sehingga kesulitan dalam menerapkan konsep yang benar.

Pada tahap merencanakan solusi, S4 memilih beda $b = 2$ dan mencoba merancang barisan dengan menambahkan beda secara manual. Namun, pemahaman yang kurang terhadap konsep beda pada barisan aritmatika menyebabkan perencanaan solusi menjadi kurang tepat. Selain itu, S4 juga bingung dalam menentukan rumus suku ke- n dan rumus jumlah n suku pertama, yang menunjukkan bahwa perencanaannya kurang optimal.

Pada tahapan melaksanakan rencana, S4 menyusun barisan secara manual berdasarkan pola yang dianggap benar, namun melakukan beberapa kesalahan. S4 keliru dalam menyusun sepuluh suku pertama, menuliskan rumus U_n yang tidak tepat, dan sama sekali tidak mencantumkan rumus S_n . Kebiasaan siswa menghafal rumus tanpa memahami konsepnya menjadi salah satu penyebab terjadinya kekeliruan dalam memecahkan masalah yang diberikan²⁷.

²⁷ Yana Pirmanto dkk., "Analisis Kesulitan Siswa SMA Dalam Menyelesaikan Soal Pemecahan Masalah Pada Materi Barisan Dan Deret Dengan Langkah-Langkah Menurut

Pada tahapan memeriksa kembali solusi, S4 tidak melakukan pemeriksaan ulang terhadap langkah-langkah maupun hasil yang diperoleh. Ketidakyakinan S4 terhadap solusinya mencerminkan keterbatasan pemahaman konsep. Akibatnya, kesalahan seperti ketidaksesuaian antara pola dan rumus sering kali tidak terdeteksi hingga tahap akhir, sehingga siswa gagal mengevaluasi kebenaran solusinya. Hal ini sesuai dengan temuan yang menyatakan bahwa kurangnya penguasaan materi dapat menyebabkan siswa mengalami kesulitan atau melakukan kesalahan secara berulang²⁸.

Wawancara 5 menunjukkan bahwa S4 sangat bergantung pada buku teks dan pembelajaran dengan masalah closed-ended yang terstruktur. Ia kesulitan menganalisis masalah secara mandiri, terutama untuk masalah *open-ended* yang menuntut kreativitas dan pemahaman konseptual. Pemahaman yang kurang mendalam terhadap konsep barisan dan deret aritmatika, khususnya dalam penggunaan rumus U_n dan S_n , menghambat kemampuan S4 dalam memecahkan masalah dengan baik. Hal ini sejalan dengan penelitian lain yang menyatakan bahwa mayoritas siswa hanya menghafalkan rumus, sehingga menyebabkan banyak siswa yang mengalami kesulitan ketika memecahkan masalah pada pembelajaran konsep barisan²⁹.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar siswa mampu memahami masalah yang diberikan pada masalah *open-ended* mengenai barisan dan deret aritmatika, meskipun tingkat pemahaman konseptualnya bervariasi. S1, S2, S3, dan S4, dapat mengidentifikasi permintaan masalah seperti menentukan 10 suku pertama, rumus suku ke- n , dan rumus jumlah n suku pertama. Namun, tingkat pemahaman konsep dasar barisan aritmatika berbeda-beda, di mana S1 menunjukkan pemahaman terbaik sementara S4 memiliki pemahaman yang terbatas. Sejalan dengan penelitian lain yang menyebutkan bahwa pada tahap memahami banyak siswa yang tidak mengalami kesulitan karena siswa sudah bisa memahami masalah³⁰. Hal ini mendukung kesimpulan bahwa sebagian besar siswa mampu mencapai tahap

Polya," *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)* 3, no. 4 (2020): 371–84, <https://doi.org/10.22460/jpmi.v3i4.p%2525p>.

²⁸ Dian Fitri Argarini, "Analisis Pemecahan Masalah Berbasis Polya Pada Materi Perkalian Vektor Ditinjau Dari Gaya Belajar," *Matematika Dan Pembelajaran* 6, no. 1 (2018): 91–100, <https://doi.org/10.33477/mp.v6i1.448>; Chindy Kurniasari dkk., "Analisis Kesulitan Menyelesaikan Soal Cerita Materi Barisan Dan Deret Aritmetika Dengan Indikator Polya Pada Siswa Kelas X," *Numeracy* 9, no. 2 (2022): 122–37, <https://doi.org/10.46244/numeracy.v9i2.1959>; Asri Septiahani dkk., "Analisis Kesalahan Siswa SMK Dalam Menyelesaikan Soal Materi Barisan Dan Deret," *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika* 9, no. 2 (2020): 311–22, <https://doi.org/10.31980/mosharafa.v9i2.613>.

²⁹ Fauzia dkk., "Desain Didaktis Konsep Barisan Dan Deret Aritmetika Pada Pembelajaran Matematika Sekolah Menengah Atas."

³⁰ Yuwono dkk., "Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Berdasarkan Prosedur Polya."

memahami masalah, meskipun beberapa masih perlu mendalami konsep-konsep dasar.

Pada tahap merencanakan solusi, tingkat keberhasilan siswa juga bervariasi. S1 dan S2 mampu merencanakan langkah-langkah sistematis, meskipun pendekatan S2 lebih bersifat mekanis tanpa refleksi lebih mendalam. Di sisi lain, S3 kesulitan dalam merencanakan solusi secara efektif. S4, khususnya, bahkan tidak berhasil menyusun perencanaan yang sesuai. Temuan ini mendukung pernyataan bahwa siswa mengalami kesulitan pada tahap merencanakan solusi, terutama jika mereka belum memiliki pemahaman konseptual yang mendalam. Tanpa pemahaman konsep yang kuat, siswa cenderung tidak menyusun rencana yang sesuai untuk pemecahan masalah³¹. Sejalan dengan temuan lain yang menyoroiti bahwa siswa menghadapi tantangan pada tahap perencanaan, terutama ketika tidak memiliki pemahaman konseptual yang mendalam, yang sangat penting untuk mengembangkan strategi pemecahan masalah yang efektif dalam matematika³².

Tahap pelaksanaan menunjukkan hasil yang beragam. S1 berhasil melaksanakan rencana dengan baik, termasuk menyusun rumus dan melakukan perhitungan secara akurat. S2 juga mampu melaksanakan rencana dengan baik. S3 hanya berhasil melaksanakan sebagian rencana tetapi menghadapi kelemahan, seperti kesalahan teknis dan kurangnya manipulasi aljabar. S4, sebaliknya, tidak berhasil melaksanakan rencananya sama sekali, menunjukkan kesulitan besar dalam menerapkan rumus dan konsep. Hasil ini sejalan dengan temuan yang menunjukkan bahwa siswa memiliki tingkat kemampuan yang berbeda-beda pada tahap ini, dengan beberapa di antaranya mengalami kesalahan dalam menyusun rumus atau langkah perhitungan³³. Selain itu, siswa sering kali kesulitan

³¹ Christina Monika Samosir dkk., "Students' Difficulty in Understanding Problems in the Contextual Problem-Solving Process," *PRISMA* 13, no. 1 (2024): 20–29, <https://doi.org/10.35194/jp.v13i1.3726>.

³² Elly Putri Sholihah dkk., "Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa SMA Kelas XI Pada Materi Lingkaran," *FARABI: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika* 7, no. 1 (2024): 59–67, <https://doi.org/10.47662/farabi.v7i1.720>.

³³ Fariha Mpar August dan Ramlah, "Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Berdasarkan Prosedur Polya," *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika* 6, no. 1 (2021): 43–59, <https://doi.org/10.26877/jipmat.v6i1.8080>; A. Rizal Heru Cahya dkk., "Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Berdasarkan Polya Ditinjau Dari Kemampuan Representasi Matematis," *GAUSS: Jurnal Pendidikan Matematika* 5, no. 1 (2022): 1–15, <https://doi.org/10.30656/gauss.v5i1.4016>; Ziaul Rahmah dkk., "Faktor-Faktor Penyebab Ketercapaian Level Kognitif Siswa Dalam Pemecahan Masalah Teorema Pythagoras Berdasarkan Taksonomi Bloom Revisi [Contributing Factors of Students' Cognitive Level in Solving Pythagorean Theorem Problems Following Bloom's Revised Taxonomy]," *JOHME: Journal of Holistic Mathematics Education* 8, no. 2 (2024): 144–72, <https://doi.org/10.19166/johme.v8i2.8317>.

mengaplikasikan rumus dan cenderung lupa terhadap penggunaan rumus-rumus barisan dan deret³⁴.

Pada tahap memeriksa kembali solusi, hanya S1 yang berhasil melakukannya, sedangkan S2, S3, dan S4 tidak mencapai tahap ini. Ketiga subjek tersebut menunjukkan kelemahan dalam refleksi kritis dan verifikasi hasil, mencerminkan rendahnya kemampuan siswa dalam mengevaluasi dan memvalidasi solusi mereka. Hal ini menunjukkan bahwa hanya sedikit siswa yang mampu memeriksa kembali solusi dengan baik. Tahap memeriksa kembali sering kali diabaikan oleh siswa, sehingga menyebabkan kesalahan pada hasil akhir, prosedur, maupun konsep³⁵.

Kesulitan utama yang dihadapi siswa terletak pada pemahaman konsep barisan dan deret aritmatika secara mendalam, terutama dalam penggunaan rumus suku ke- n dan jumlah n suku pertama. Banyak siswa kesulitan menyusun rumus yang tepat atau menghubungkan informasi masalah dengan rumus yang relevan, seperti yang terlihat pada S3 dan S4. Selain itu, siswa juga cenderung terpaku pada pendekatan rutin berbasis rumus tanpa refleksi mendalam, sebagaimana terlihat pada S2. Hal ini menunjukkan bahwa kegiatan belajar siswa di kelas didominasi dengan kegiatan menyalin dan merangkum materi pelajaran³⁶. Selain itu, kuatnya dominasi pembelajaran berbasis prosedur dalam pembelajaran mengakibatkan siswa sangat bergantung pada pengetahuan prosedural ketika menangani masalah operasi yang ditetapkan³⁷.

Penelitian ini menungkapkan bahwa pola pembelajaran di sekolah berpengaruh terhadap kemampuan siswa dalam menghadapi masalah *open-ended*. Wawancara dan observasi menunjukkan bahwa masalah *open-ended* jarang digunakan dalam pembelajaran, sehingga siswa lebih terbiasa dengan masalah *closed-ended* yang memiliki langkah penyelesaian terstruktur. Akibatnya, siswa cenderung kesulitan memecahkan masalah non-rutin, terutama ketika informasi, seperti selisih atau beda, tidak diberikan secara eksplisit, karena mereka terbiasa menerima masalah dengan data yang lengkap dan langsung dapat digunakan³⁸. Temuan ini sejalan dengan

³⁴ Agisni, "Pengaruh Pendekatan Open-Ended Pada Materi Barisan Dan Deret Pada Siswa SMK."

³⁵ Cahya dkk., "Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Berdasarkan Polya Ditinjau Dari Kemampuan Representasi Matematis"; Setyawan, "Proses Memeriksa Kembali Dalam Memecahkan Masalah Kontekstual Matematis Ditinjau Dari Gaya Belajar."

³⁶ Tasoin dan Adibah, "Analisis Kemampuan Matematika Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Pada Materi Barisan Dan Deret Geometri."

³⁷ Gamar Assagaf dan Nur Apriani Nukuhaly, "Analysis of Knowledge Students in Completing Association Operation Problems," *Matematika dan Pembelajaran* 9, no. 1 (2021): 55–65, <https://doi.org/10.33477/mp.v9i1.1846>.

³⁸ Henry Kurniawan dkk., "Student Difficulties in Solving Open-Ended Model Mathematics Problems," *INOMATIKA* 5, no. 1 (2023): 47–57, <https://doi.org/10.35438/inomatika.v5i1.350>; Pirmanto dkk., "Analisis Kesulitan Siswa SMA

penelitian lain yang menegaskan bahwa pola belajar di sekolah sangat memengaruhi kemampuan siswa untuk menangani masalah *open-ended*³⁹.

Kurangnya kebiasaan pendidik dalam memberikan masalah non-rutin juga berdampak pada rendahnya kemampuan siswa dalam memecahkan masalah matematik. Masalah yang diberikan di sekolah umumnya bersifat konvergen, dengan jawaban dan strategi penyelesaian yang tunggal⁴⁰. Hal ini membuat siswa kesulitan menganalisis masalah secara mandiri karena terlalu bergantung pada contoh atau rumus yang disediakan oleh guru atau buku teks. Selain itu, rendahnya kemampuan berpikir matematis siswa juga disebabkan oleh minimnya pengalaman menghadapi masalah *open-ended*, sehingga mereka lebih terpaku pada penggunaan rumus⁴¹.

Temuan ini menegaskan pentingnya penerapan masalah *open-ended* secara konsisten untuk melatih kemampuan berpikir matematis siswa dalam memecahkan masalah. Melalui pendekatan ini, siswa didorong untuk lebih aktif memecahkan masalah tanpa terpaku pada satu rumus atau metode tertentu. Masalah *open-ended* memberikan pengalaman kepada siswa untuk menemukan solusi baru berdasarkan pengetahuan, keterampilan, dan cara berpikir matematis yang telah dipelajari sebelumnya, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan mudah diingat⁴². Pendekatan ini juga terbukti meningkatkan partisipasi siswa, kemampuan mereka dalam mengekspresikan ide, dan hasil belajar secara keseluruhan⁴³. Penelitian lain menegaskan bahwa model pembelajaran pemberian masalah *open-ended* secara signifikan meningkatkan kemampuan berpikir matematika siswa dibandingkan dengan metode pembelajaran tradisional. Pendekatan ini memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi berbagai solusi, meningkatkan kreativitas dan keterampilan memecahkan masalah mereka⁴⁴. Dengan demikian, pendekatan *open-ended* diharapkan dapat membantu siswa lebih

Dalam Menyelesaikan Soal Pemecahan Masalah Pada Materi Barisan Dan Deret Dengan Langkah-Langkah Menurut Polya.”

³⁹ Alfian Erprabowo dan Caswita Caswita, “Students’ Creative Thinking Ability Through Open-Ended Problem Learning,” *Mathline: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika* 8, no. 3 (2023): 845–56, <https://doi.org/10.31943/mathline.v8i3.456>.

⁴⁰ Nurfauziah Nurfauziah dan Luvy Sylviana Zanthly, “Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Matematik Siswa Smp Pada Materi Bilangan Bulat,” *Journal on Education* 1, no. 2 (2019): 215–28, <https://doi.org/10.31004/joe.v1i2.49>.

⁴¹ Tri Novita Irawati, “Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP Dalam Memecahkan Masalah Matematika Open Ended Materi Aritmatika Sosial,” *AXIOMA Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika* 2, no. 2 (2017): 166–76.

⁴² Agisni, “Pengaruh Pendekatan Open-Ended Pada Materi Barisan Dan Deret Pada Siswa SMK.”

⁴³ Pradana, “Pendekatan Open-Ended Dalam Pembelajaran Matematika Siswa Sekolah Dasar.”

⁴⁴ Erprabowo dan Caswita, “Students’ Creative Thinking Ability Through Open-Ended Problem Learning.”

siap menghadapi masalah non-rutin sekaligus memperdalam pemahaman siswa terhadap konsep matematika.

Kesimpulan

Berdasarkan uraian pembahasan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa hasil analisis berpikir matematis siswa kelas X SMA Kota Malang dalam memecahkan masalah *open-ended* pada materi barisan dan deret berbeda-beda. S1 melalui tahapan Polya memahami masalah, merencanakan solusi, melaksanakan rencana, dan memeriksa kembali solusi. S2 melalui tahapan Polya memahami masalah, merencanakan solusi, dan melaksanakan rencana. S3 melalui tahapan Polya memahami masalah, merencanakan solusi, dan melaksanakan rencana sebagian. S4 melalui tahapan Polya memahami masalah. Kesulitan utama siswa dalam memecahkan masalah *open-ended* barisan dan deret aritmatika terletak pada pemahaman konsep dasar, seperti rumus suku ke- n dan jumlah n suku pertama, serta kesulitan menghubungkan informasi masalah dengan rumus yang tepat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa subjek sering kali menggunakan pendekatan rutin berbasis rumus tanpa melakukan refleksi mendalam. Penggunaan masalah *closed-ended* yang dominan dalam pembelajaran membuat siswa terbiasa dengan langkah-langkah yang sudah terstruktur, sehingga tidak semua subjek mampu mengeksplorasi strategi alternatif secara mandiri. Untuk mengatasi hal ini, disarankan agar guru lebih sering menggunakan masalah *open-ended* dalam proses pembelajaran. Melalui masalah *open-ended*, siswa dapat mengeksplorasi berbagai strategi, memahami konsep secara lebih mendalam, serta melatih kemampuan refleksi dan evaluasi. Oleh karena itu, perlu ada lebih banyak latihan masalah yang menekankan eksplorasi strategi penyelesaian serta evaluasi hasil, sehingga kemampuan berpikir matematis siswa dapat meningkat secara keseluruhan.

Daftar Pustaka

- Agisni, Elicha. "Pengaruh Pendekatan Open-Ended Pada Materi Barisan Dan Deret Pada Siswa SMK." *JRPI (Jurnal Riset Pendidikan Inovatif)* 1, no. 1 (2023): 21–28. <https://journal.pustakailmiah.id/index.php/jrpi/article/view/18>.
- Annamalai, Chinnaraji. "Algorithmic and Numerical Techniques for Computation of Binomial and Geometric Series." Preprint, Cambridge Open Engage, 30 Juni 2022. <https://doi.org/10.33774/coe-2022-pnx53-v8>.
- Argarini, Dian Fitri. "Analisis Pemecahan Masalah Berbasis Polya Pada Materi Perkalian Vektor Ditinjau Dari Gaya Belajar." *Matematika Dan Pembelajaran* 6, no. 1 (2018): 91–100. <https://doi.org/10.33477/mp.v6i1.448>.

- Arifin, Sartika, dan Aprisal. "Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Pair Checks terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika." *Jurnal Pendidikan Matematika* 11, no. 1 (Januari): 89–98. <http://dx.doi.org/10.36709/jpm.v11i1.9974>.
- Assagaf, Gamar, dan Nur Apriani Nukuhaly. "Analysis of Knowledge Students in Completing Association Operation Problems." *MATEMATIKA DAN PEMBELAJARAN* 9, no. 1 (2021): 55–65. <https://doi.org/10.33477/mp.v9i1.1846>.
- Cahya, A. Rizal Heru, Syamsuri Syamsuri, Cecep AHF Santosa, dan Anwar Mutaqin. "Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Berdasarkan Polya Ditinjau Dari Kemampuan Representasi Matematis." *GAUSS: Jurnal Pendidikan Matematika* 5, no. 1 (2022): 1–15. <https://doi.org/10.30656/gauss.v5i1.4016>.
- Erprabowo, Alfian, dan Caswita Caswita. "Students' Creative Thinking Ability Through Open-Ended Problem Learning." *Mathline: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika* 8, no. 3 (2023): 845–56. <https://doi.org/10.31943/mathline.v8i3.456>.
- Fariha Mpar August, dan Ramlah. "Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Berdasarkan Prosedur Polya." *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika* 6, no. 1 (2021): 43–59. <https://doi.org/10.26877/jipmat.v6i1.8080>.
- Fauzia, Tri Aprianti, Dadang Juandi, dan Tia Purniati. "Desain Didaktis Konsep Barisan Dan Deret Aritmetika Pada Pembelajaran Matematika Sekolah Menengah Atas." *Journal on Mathematics Education Research (J-MER)* 1, no. 2 (2020): 49–59. <https://doi.org/10.17509/j-mer.v1i2.7743>.
- Gilmore, Camilla, Sarah Clayton, Lucy Cragg, Clare McKeaveney, Victoria Simms, dan Samantha Johnson. "Understanding Arithmetic Concepts: The Role of Domain-Specific and Domain-General Skills." *PLOS ONE* 13, no. 9 (2018): e0201724. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201724>.
- Haghighi, Aliakbar Montazer, Abburi Anil Kumar, dan Dimitar P. Mishev. "Sequences and Series." Dalam *Higher Mathematics for Science and Engineering*, disunting oleh Aliakbar Montazer Haghighi, Abburi Anil Kumar, dan Dimitar P. Mishev. Springer Nature, 2024. https://doi.org/10.1007/978-981-99-5431-5_4.
- Hayuningtyas, Dyah Permata, Febita Miranda Witri, Risna Fradila Octaviani, dan Dedek Kustiawati. "Implementasi Barisan Dan Deret Dalam Ilmu Ekonomi." *COMSERVA: Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat* 2, no. 8 (2022): 1469–79. <https://doi.org/10.59141/comserva.v2i8.495>.
- Hidayat, Wahyu, dan Ratna Sariningsih. "Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis dan Adversity Quotient Siswa SMP Melalui Pembelajaran Open Ended." *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)* 2, no. 1 (2018): 109–18. <https://doi.org/10.33603/jnpm.v2i1.1027>.
- Irawati, Tri Novita. "Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP Dalam Memecahkan Masalah Matematika Open Ended Materi Aritmatika

- Sosial." *AXIOMA Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika* 2, no. 2 (2017): 166–76.
- Jannah, Ghina Fatihatul, Naelatu Robicha, Khansah Inas Syarifah, dan Rasilah Rasilah. "Introduction To Basic Mathematical Concepts Through Learning Media." *Journal of Mathematics Instruction, Social Research and Opinion* 4, no. 1 (2025): 43–56. <https://doi.org/10.58421/misro.v4i1.290>.
- Karlsson, Natalia, dan Wiggo Kilborn. "Arithmetic and Algebraic Knowledge in Student Learning of Concepts." *Education and New Developments* 1, no. 1 (2023): 3–7. <https://doi.org/10.36315/2023v1end001>.
- Kurniasari, Chindy, Djatmiko Hidajat, dan Yuni Astuti Handayani. "Analisis Kesulitan Menyelesaikan Soal Cerita Materi Barisan Dan Deret Aritmetika Dengan Indikator Polya Pada Siswa Kelas X." *Numeracy* 9, no. 2 (2022): 122–37. <https://doi.org/10.46244/numeracy.v9i2.1959>.
- Kurniasari, Chindy, Djatmiko Hidajat, dan Yuni Astuti Handayani. "Analisis Kesulitan Menyelesaikan Soal Cerita Materi Barisan Dan Deret Aritmetika Dengan Indikator Polya Pada Siswa Kelas X." *Numeracy* 9, no. 2 (2022): 122–37. <https://doi.org/10.46244/numeracy.v9i2.1959>.
- Kurniawan, Henry, Mewa Zabeta, dan Krisno Budi Prasetyo. "Student Difficulties in Solving Open-Ended Model Mathematics Problems." *INOMATIKA* 5, no. 1 (2023): 47–57. <https://doi.org/10.35438/inomatika.v5i1.350>.
- Megarani, Omega, Nurintan Maghfirah, dan Rora Rizky Wandini. "Menyelesaikan Masalah Kehidupan Sehari-Hari Dalam Konsep Barisan Dan Deret Aritmatika." *Tarbiatuna: Journal of Islamic Education Studies* 4, no. 2 (2024): 472–76. <https://doi.org/10.47467/tarbiatuna.v4i2.1430>.
- Miles, Matthew B, dan A Michael Huberman. *Analisis Data Kualitatif Buku Sumber Tentang Metode-Metode Baru*. Terjemahan. Penerbit Universitas Indonesia, 1992. Jakarta. [//psb.feb.ui.ac.id/Findex.php?Fp%3Dshow_detail%26id%3D39945%26keywords%3D](http://psb.feb.ui.ac.id/Findex.php?Fp%3Dshow_detail%26id%3D39945%26keywords%3D).
- Nurfauziah, Nurfauziah, dan Luvy Sylviana Zanthly. "Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Matematik Siswa Smp Pada Materi Bilangan Bulat." *Journal on Education* 1, no. 2 (2019): 215–28. <https://doi.org/10.31004/joe.v1i2.49>.
- O'Dwyer, Laura M., Yang Wang, dan Katherine A. Shields. "Teaching for Conceptual Understanding: A Cross-National Comparison of the Relationship Between Teachers' Instructional Practices and Student Achievement in Mathematics." *Large-scale Assessments in Education* 3, no. 1 (2015): 1. <https://doi.org/10.1186/s40536-014-0011-6>.
- Pahleviannur, Muhammad Rizal, Anita De Grave, Dani Nur Saputra, dkk. *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Pradina Pustaka, 2022. https://www.researchgate.net/profile/Eko-Susanto-11/publication/359425234_Metodologi_Penelitian_Kualitatif/links/628e5e198d19206823da57f9/Metodologi-Penelitian-Kualitatif.pdf.

- Pirmanto, Yana, Muhamad Farid Anwar, dan Martin Bernard. "Analisis Kesulitan Siswa SMA Dalam Menyelesaikan Soal Pemecahan Masalah Pada Materi Barisan Dan Deret Dengan Langkah-Langkah Menurut Polya." *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)* 3, no. 4 (2020): 371-84. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v3i4.p%2525p>.
- Polya, George. "How to Solve It." Princeton University Press, 2004. <https://math.hawaii.edu/home/pdf/putnam/PolyaHowToSolveIt.pdf>.
- Pradana, Oki Ribut Yuda. "Pendekatan Open-Ended Dalam Pembelajaran Matematika Siswa Sekolah Dasar." *Jurnal Jendela Matematika* 1, no. 01 (2023): 1-4. <https://doi.org/10.57008/jjm.v1i01.395>.
- Rahmah, Ziaul, Puguh Darmawan, dan Mohd Nor Syahrir Abdullah. "Faktor-Faktor Penyebab Ketercapaian Level Kognitif Siswa Dalam Pemecahan Masalah Teorema Pythagoras Berdasarkan Taksonomi Bloom Revisi [Contributing Factors of Students' Cognitive Level in Solving Pythagorean Theorem Problems Following Bloom's Revised Taxonomy]." *JOHME: Journal of Holistic Mathematics Education* 8, no. 2 (2024): 144-72. <https://doi.org/10.19166/johme.v8i2.8317>.
- Samosir, Christina Monika, Tatang Herman, Sufyani Prabawanto, Rini Melani, dan Syifa Ananda Mefiana. "Students' Difficulty in Understanding Problems in the Contextual Problem-Solving Process." *PRISMA* 13, no. 1 (2024): 20-29. <https://doi.org/10.35194/jp.v13i1.3726>.
- Sepriyanti, Nana, Zulvia Trinova, dan Andi Susanto. *The Application of The Polya's Steps Reviewed from Problem-Solving Ability in Two-Variable Linear Equation System (SPLDV) | Tarbiyah: Jurnal Ilmiah Kependidikan*. 30 Juni 2020. <https://jurnal.uin-antasari.ac.id/index.php/jtijk/article/view/3543>.
- Septiahani, Asri, Melisari, dan Luvy S. Zanthly. "Analisis Kesalahan Siswa SMK Dalam Menyelesaikan Soal Materi Barisan Dan Deret." *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika* 9, no. 2 (2020): 311-22. <https://doi.org/10.31980/mosharafa.v9i2.613>.
- Setianingsih, Lilis, dan Bambang Priyo Darminto. "Analisis Berpikir Kreatif dalam Menyelesaikan Masalah Barisan dan Deret Aritmatika Dengan Metode Open-Ended." *Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika* 1, no. 1 (2019): 1-16. <https://jurnal.umpwr.ac.id/jipm/article/view/1024/773>.
- Setyawan, Dony. "Proses Memeriksa Kembali Dalam Memecahkan Masalah Kontekstual Matematis Ditinjau Dari Gaya Belajar." *MATHEdunesa* 9, no. 2 (2020): 455-60. <https://doi.org/10.26740/mathedunesa.v9n2.p455-460>.
- Sholihah, Elly Putri, Sugiyanti Sugiyanti, Rasiman Rasiman3, dan Dwi Astuti. "Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa SMA Kelas XI Pada Materi Lingkaran." *FARABI: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika* 7, no. 1 (2024): 59-67. <https://doi.org/10.47662/farabi.v7i1.720>.
- Sugilar, Hamdan. "Strategi Membangun Kemampuan Logis Matematis Bagi Siswa Sekolah Dasar." *Journal of Contemporary Issue in Elementary*

- Education* 1, no. 2 (2023): 81–91.
<https://doi.org/10.33830/jciee.v1i2.6546>.
- Sugiyono. *Metode Penelitian Pendidikan (Kuantitatif, Kualitatif, Kombinasi, R&D, dan Penelitian Pendidikan)*. Alfabeta, 2019.
- Tasoin, Frenchi Andhia Ladika, dan Fanny Adibah. “Analisis Kemampuan Matematika Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Pada Materi Barisan Dan Deret Geometri.” *Journal of Education and Research* 3, no. 1 (2024): 77–88. <https://doi.org/10.56707/jedarr.v3i1.189>.
- Yandi, Yandi Heryandi, dan Aniti. “Open-Ended Question Solving Ability Based on Mathematical Creative Thinking Disposition.” *Educational Insights* 2, no. 1 (2024): 19–28. <https://doi.org/10.58557/eduinsights.v2i1.28>.
- Yuwono, Timbul, Mulya Supanggih, dan Rosita Dwi Ferdiani. “Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Berdasarkan Prosedur Polya.” *Jurnal Tadris Matematika* 1, no. 2 (2018): 137–44. <https://doi.org/10.21274/jtm.2018.1.2.137-144>.