Jurnal e-DuMath, Volume 12 Number 2 (2026) Hlm. 408-421
ISSN Print : 2356-2102
ISSN Online : 2356-2099
DOI: https://doi.org/10.26638/

Pengembangan Instrumen Tes Open-Ended untuk Mengukur Kemampuan Penalaran Matematis pada Pola Bilangan Fase D

Ibtisama Azizi[1], Nahor Murani Hutapea[2]*, Maimunah[3]
[123]Prodi Pendidikan Matematika Universitas Riau
***Corresponding author,e-mail:** nahorm.hutapea@lecturer.unri.ac.id

Abstract

Kemampuan penalaran matematis merupakan salah satu kompetensi penting yang perlu dikembangkan dalam pembelajaran matematika. Namun, ketersediaan instrumen tes yang secara khusus dirancang untuk mengukur kemampuan penalaran matematis peserta didik masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan instrumen tes tipe open ended untuk mengukur kemampuan penalaran matematis pada topik pola bilangan peserta didik fase D. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan dengan menggunakan model formative evaluation Tessmer yang terdiri atas tahap self evaluation, expert review, one-to-one, small group, dan field test. Subjek penelitian pada tahap field test adalah 30 peserta didik kelas IX.9 SMP Negeri 6 Pekanbaru. Teknik pengumpulan data meliputi wawancara, lembar validasi, angket respon peserta didik, dan tes kemampuan penalaran matematis. Data dianalisis secara deskriptif melalui uji validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa instrumen yang dikembangkan memenuhi kriteria instrumen yang baik. Hasil validasi ahli menunjukkan bahwa paket I memperoleh persentase validitas sebesar 84,35% dan paket II sebesar 84,10% dengan kategori sangat valid. Koefisien reliabilitas paket I sebesar 0,90 dan paket II sebesar 0,94 dengan kategori sangat tinggi. Selain itu, rata-rata persentase respon peserta didik mencapai 90,95% dengan kategori sangat baik. Dengan demikian, instrumen tes tipe open ended yang dikembangkan dinyatakan valid, reliabel, dan layak digunakan untuk mengukur kemampuan penalaran matematis peserta didik pada topik pola bilangan. Instrumen yang dihasilkan menjadi alternatif asesmen kemampuan penalaran matematis berbasis soal open-ended pada materi pola bilangan Fase D.

Keywords: *tes tipe open ended, kemampuan penalaran matematis, pola bilangan, penelitian pengembangan.*

PENDAHULUAN

Salah satu tujuan pembelajaran matematika dalam Kurikulum Merdeka adalah mengembangkan kemampuan penalaran matematis peserta didik. Kemampuan ini penting karena pembelajaran matematika tidak hanya menekankan pada penguasaan prosedur dan perhitungan, tetapi juga kemampuan peserta didik dalam menganalisis, membuat generalisasi, menyusun bukti, serta menjelaskan gagasan dan pernyataan matematika (BSKAP Kemendikbudristek, 2025). Selain itu, kemampuan penalaran matematis memiliki keterkaitan erat dengan Profil Pelajar Pancasila, khususnya dalam membentuk peserta didik yang bernalar kritis, kreatif, dan mandiri (BSKAP Kemendikbudristek, 2025).

Kemampuan penalaran matematis merupakan kemampuan berpikir secara logis dan sistematis dalam menyelesaikan permasalahan matematika. Kemampuan ini memungkinkan peserta didik untuk menarik kesimpulan atau menghasilkan pernyataan baru yang benar berdasarkan fakta atau konsep yang telah diketahui sebelumnya (Indrawan, 2022). Kemampuan penalaran

matematis juga menjadi salah satu fondasi penting dalam memperoleh dan memahami pengetahuan matematika (Kurnia Putri et al., 2019). Oleh karena itu, kemampuan penalaran matematis sangat diperlukan dalam pembelajaran matematika karena dapat membantu peserta didik memahami konsep dan menyelesaikan permasalahan matematika secara lebih efektif (Dewi & Syofiana, 2020).

Pentingnya kemampuan penalaran matematis sejalan dengan tujuan pembelajaran matematika yang tercantum dalam Permendiknas Nomor 20, yaitu agar peserta didik mampu menggunakan penalaran pada pola dan sifat, melakukan manipulasi matematika dalam membuat generalisasi, menyusun bukti, serta menafsirkan solusi yang diperoleh (Yovita et al., 2023). Kemampuan penalaran matematis yang baik memungkinkan peserta didik menganalisis permasalahan secara kritis, menyusun argumen yang logis, serta mengemukakan ide dan gagasan matematika secara runtut (Pebrianti, 2023).

Akan tetapi, berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan penalaran matematis peserta didik masih tergolong rendah. Hasil penelitian Halidin et al. (2023) menunjukkan bahwa kemampuan penalaran matematis peserta didik kelas VII SMP Negeri 1 Tirawuta masih berada pada kategori rendah. Temuan serupa juga diperoleh Aziz dan Hidayati (2019) yang menyatakan bahwa kemampuan penalaran matematis peserta didik SMP pada materi aritmetika sosial masih rendah, terutama pada indikator menarik kesimpulan, menyusun bukti, dan memberikan alasan terhadap kebenaran solusi.

Rendahnya kemampuan penalaran matematis peserta didik juga sejalan dengan hasil survei Programme for International Student Assessment (PISA) tahun 2022 yang menempatkan Indonesia pada peringkat ke-70 dari 81 negara peserta dengan skor rata-rata matematika sebesar 366 poin. Pada asesmen PISA, soal-soal yang diberikan tidak hanya mengukur kemampuan menghitung, tetapi juga kemampuan pemecahan masalah, argumentasi, dan penalaran matematis (Asdarina & Ridha, 2020). Selain itu, laporan capaian numerasi AKM tahun 2024 menunjukkan bahwa kemampuan numerasi peserta didik Indonesia masih berada pada kategori sedang (Kemendikbudristek, 2025). Temuan tersebut menunjukkan bahwa kemampuan penalaran matematis peserta didik masih perlu mendapat perhatian dalam pembelajaran matematika.

Rendahnya kemampuan penalaran matematis dipengaruhi oleh berbagai faktor. Peserta didik masih mengalami kesulitan memahami permasalahan yang diberikan, menentukan strategi penyelesaian yang tepat, menghubungkan konsep yang telah dipelajari dengan permasalahan yang dihadapi, serta belum terbiasa menyelesaikan soal-soal yang menuntut proses penalaran (Aprilianti & Zanthy, 2019; Fitriani et al., 2023). Selain itu, motivasi belajar, sumber belajar, dan pengalaman peserta didik dalam menyelesaikan soal juga memengaruhi kemampuan penalaran matematis yang dimiliki (Nurhalin & Effendi, 2022).

Kemampuan penalaran matematis dapat dilatih dan dikembangkan melalui penyelesaian soal-soal yang melibatkan proses bernalar dalam penyelesaiannya (Putri & Destania, 2020). Oleh karena itu, peserta didik perlu diberikan kesempatan untuk mengoptimalkan kemampuan penalaran matematis melalui pemberian soal yang sesuai dengan indikator kemampuan penalaran matematis (Herdiansyah et al., 2023). Pemberian soal yang menuntut

proses penalaran juga terbukti memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan kemampuan penalaran matematis peserta didik (Fajar et al., 2021).

Berkaitan dengan kondisi tersebut, dilakukan wawancara tidak terstruktur dengan guru matematika pada tiga SMP di Kota Pekanbaru. Hasil wawancara menunjukkan bahwa pemberian soal yang dapat melatih kemampuan penalaran matematis peserta didik masih terbatas karena guru mengalami kesulitan menemukan referensi soal yang sesuai pada sumber belajar yang tersedia. Akibatnya, guru lebih sering menggunakan soal rutin yang berfokus pada jawaban akhir sehingga kesempatan peserta didik untuk mengembangkan kemampuan bernalar menjadi terbatas. Kondisi tersebut menyebabkan peserta didik masih memerlukan bimbingan dalam menentukan strategi atau konsep yang digunakan ketika menyelesaikan permasalahan yang memerlukan penalaran matematis.

Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk melatih kemampuan penalaran matematis peserta didik adalah melalui soal tipe *open-ended*. Penelitian Arfan et al. (2019) menunjukkan bahwa penggunaan soal *open-ended* memberikan pengaruh positif terhadap kemampuan penalaran matematis peserta didik. Soal *open-ended* memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menghasilkan lebih dari satu jawaban benar atau menggunakan berbagai strategi penyelesaian dalam menyelesaikan suatu permasalahan matematika (Shimada, 1997). Karakteristik tersebut memungkinkan peserta didik untuk mengeksplorasi ide, mengajukan dugaan, melakukan manipulasi matematika, menyusun alasan, dan menarik kesimpulan berdasarkan strategi yang digunakan. Oleh karena itu, instrumen tes tipe *open-ended* dinilai sesuai untuk mengukur kemampuan penalaran matematis karena tidak hanya berfokus pada hasil akhir, tetapi juga pada proses berpikir yang ditunjukkan peserta didik dalam menyelesaikan masalah.

Salah satu materi yang memiliki keterkaitan erat dengan kemampuan penalaran matematis adalah pola bilangan. Pada materi ini peserta didik dituntut untuk mengenali keteraturan, menemukan hubungan antar suku, membuat generalisasi, menyusun rumus suku ke-n, serta menarik kesimpulan berdasarkan pola yang ditemukan. Namun, hasil analisis terhadap buku Matematika SMP kelas VIII semester 1 edisi revisi 2017 menunjukkan bahwa soal-soal pola bilangan yang tersedia masih didominasi oleh soal rutin yang hanya meminta peserta didik melanjutkan pola yang diberikan. Soal-soal tersebut belum secara optimal mengukur kemampuan penalaran matematis, seperti membuat generalisasi, menyusun bukti, dan memberikan alasan terhadap solusi yang diperoleh. Selain itu, peserta didik masih mengalami kesulitan dalam memahami soal, menarik kesimpulan, serta memahami konsep pada materi pola bilangan (Paputungan, 2024).

Dalam pengembangan instrumen tes, diperlukan instrumen yang memenuhi kriteria kualitas yang baik, meliputi validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda (Saputri et al., 2023). Oleh karena itu, diperlukan pengembangan instrumen tes tipe open ended yang mampu mengukur kemampuan penalaran matematis peserta didik pada topik pola bilangan serta memenuhi karakteristik instrumen yang baik.

Berbagai penelitian telah mengembangkan instrumen untuk mengukur kemampuan penalaran matematis peserta didik. Penelitian yang dilakukan oleh

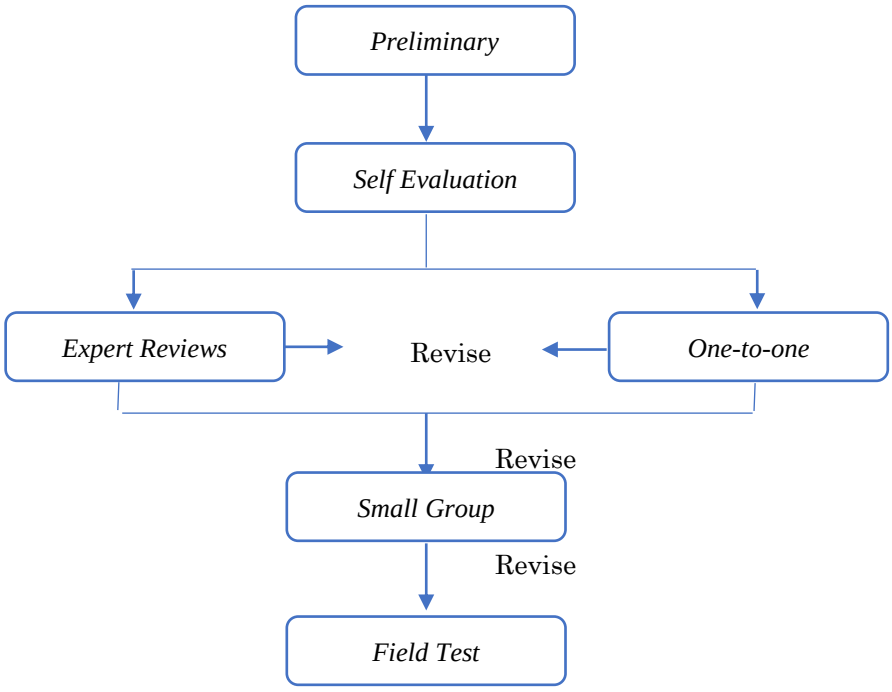
Dewi dan Syofiana (2020), Putri dan Destania (2020), serta Purwanti et al. (2020) menunjukkan bahwa instrumen yang dikembangkan telah memenuhi aspek validitas dan praktikalitas. Namun, penelitian-penelitian tersebut masih terbatas pada tahap pengembangan awal sehingga belum dilengkapi dengan pengujian empiris yang mencakup validitas eksternal, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda secara menyeluruh. Selain itu, masih terbatas penelitian yang secara khusus mengembangkan instrumen tes tipe open-ended untuk mengukur kemampuan penalaran matematis pada materi pola bilangan Fase D sesuai karakteristik Kurikulum Merdeka.

Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan dua paket instrumen tes tipe open-ended yang dirancang berdasarkan indikator kemampuan penalaran matematis pada materi pola bilangan Fase D serta diuji melalui validitas internal, validitas eksternal, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda sehingga menghasilkan instrumen yang layak digunakan dalam asesmen kemampuan penalaran matematis.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan menghasilkan instrumen tes tipe open-ended yang valid, praktis, reliabel, dan memiliki karakteristik butir soal yang baik untuk mengukur kemampuan penalaran matematis peserta didik pada materi pola bilangan Fase D.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*development research*) yang bertujuan menghasilkan instrumen tes tipe *open-ended* untuk mengukur kemampuan penalaran matematis peserta didik pada materi pola bilangan fase D yang valid. Model pengembangan yang digunakan adalah model evaluasi formatif Tessmer yang terdiri atas tahap *self evaluation*, *expert review*, *one-to-one*, *small group*, dan *field test*. Langkah-langkah pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Model pengembangan tipe *formative evaluation*

Pada tahap preliminary dilakukan kegiatan analisis dan desain. Kegiatan analisis meliputi analisis kebutuhan, analisis kurikulum, dan analisis peserta didik. Analisis kebutuhan dilakukan melalui kajian literatur serta wawancara dengan tiga orang guru matematika SMP di Kota Pekanbaru untuk memperoleh informasi mengenai kebutuhan instrumen tes kemampuan penalaran matematis. Analisis kurikulum dilakukan dengan menelaah capaian pembelajaran (CP) matematika fase D yang berkaitan dengan materi pola bilangan sebagai dasar dalam penyusunan instrumen tes. Analisis peserta didik dilakukan untuk mengetahui karakteristik peserta didik serta kemampuan penalaran matematis yang dimiliki sehingga instrumen yang dikembangkan sesuai dengan tingkat perkembangan peserta didik. Selanjutnya, pada tahap desain dilakukan penyusunan kisi-kisi soal, penulisan butir soal tes tipe open ended, penyusunan alternatif penyelesaian, rubrik penskoran, lembar validasi, dan lembar respon peserta didik.

Tahap *formative evaluation* terdiri atas *self evaluation, expert review, one-to-one, small group,* dan *field test*. Pada tahap *self evaluation*, peneliti melakukan peninjauan awal terhadap produk yang telah dikembangkan sehingga diperoleh *prototype* I. Selanjutnya, *prototype* I divalidasi oleh tiga orang validator yang terdiri atas dosen Pendidikan Matematika dan guru matematika SMP melalui tahap *expert review*. Penilaian validator mencakup aspek materi, konstruksi, dan bahasa.

Bersamaan dengan tahap *expert review*, dilakukan tahap *one-to-one* kepada tiga orang peserta didik yang telah mempelajari materi pola bilangan dengan kemampuan akademik tinggi, sedang, dan rendah. Tahap ini bertujuan untuk memperoleh informasi mengenai keterbacaan dan kejelasan soal. Hasil validasi dan masukan peserta didik digunakan sebagai dasar revisi *prototype* I sehingga diperoleh *prototype* II.

Prototype II selanjutnya diujicobakan pada tahap *small group* kepada enam orang peserta didik yang memiliki kemampuan heterogen dan tidak terlibat pada tahap *one-to-one*. Pada tahap ini peserta didik mengerjakan soal serta memberikan komentar dan saran melalui lembar respon peserta didik. Hasil yang diperoleh digunakan sebagai dasar revisi sehingga dihasilkan *prototype* III.

Tahap field test dilakukan terhadap 30 peserta didik kelas IX.9 SMP Negeri 6 Pekanbaru yang telah mempelajari materi pola bilangan. Data penelitian dikumpulkan menggunakan lembar validasi, lembar respon peserta didik, dan tes kemampuan penalaran matematis. Data yang diperoleh dianalisis untuk menentukan kualitas instrumen yang dikembangkan meliputi validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda butir soal. Hasil analisis tersebut digunakan sebagai dasar dalam menentukan kelayakan instrumen tes tipe *open ended* untuk mengukur kemampuan penalaran matematis peserta didik pada topik pola bilangan.

Subjek penelitian pada tahap one-to-one terdiri atas tiga orang peserta didik yang memiliki kemampuan akademik tinggi, sedang, dan rendah. Pemilihan subjek dilakukan secara purposive dengan tujuan memperoleh informasi yang beragam mengenai tingkat keterbacaan, kejelasan bahasa, serta pemahaman peserta didik terhadap butir soal yang dikembangkan. Pada tahap small group, subjek penelitian terdiri atas enam orang peserta didik yang memiliki kemampuan akademik tinggi sedang, dan rendah serta tidak terlibat

pada tahap one-to-one. Pemilihan subjek ini bertujuan untuk memperoleh informasi mengenai kepraktisan instrumen melalui respon peserta didik setelah mengerjakan soal. Selanjutnya, tahap *field test* melibatkan 30 peserta didik kelas IX.9 SMP Negeri 6 Pekanbaru yang telah mempelajari materi pola bilangan. Jumlah peserta didik tersebut dipilih karena memenuhi kebutuhan analisis empiris butir soal yang meliputi validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi wawancara, lembar validasi, angket respon peserta didik, dan lembar soal tes kemampuan penalaran matematis tipe *open ended*. Lembar validasi digunakan dalam menilai instrumen tes yang dikembangkan oleh validator pada tahapan *expert review*. Lembar validasi menggunakan skala *Likert* dengan skor 1 sampai 5 untuk menilai validitas instrumen berdasarkan aspek materi, aspek konstruksi, serta aspek bahasa.

Penskoran jawaban peserta didik pada instrumen tes tipe open-ended dilakukan menggunakan rubrik penskoran analitik yang disusun berdasarkan indikator kemampuan penalaran matematis. Setiap indikator diberikan skor sesuai dengan kriteria pencapaian yang ditunjukkan peserta didik pada proses penyelesaian soal. Skor yang diperoleh kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan skor total kemampuan penalaran matematis peserta didik.

Data validitas internal diperoleh melalui penilaian tiga validator. Skor hasil validasi dianalisis menggunakan persentase validitas untuk menentukan tingkat kelayakan instrumen berdasarkan aspek materi, konstruksi, dan bahasa. Instrumen dinyatakan valid apabila memenuhi kriteria validitas yang telah ditetapkan.

Selanjutnya, analisis validitas butir soal didapatkan dengan mengujicobakan butir soal kepada peserta didik yakni 30 orang peserta didik kelas IX.9 SMP Negeri 6 Pekanbaru. Skor yang diperoleh ditabulasi dan dianalisis untuk menghitung kriteria korelasi *Pearson Product Moment* .Butir soal dikatakan valid apabila memenuhi kriteria $t_{hitung} > t_{tabel}$ dengan ketentuan $t_{tabel} = t_{\alpha}(dk = n - 2)$. Butir soal yang valid selanjutnya dilakukan analisis reliabilitas, tingkat kesukaran serta daya pembedanya. Analisis reliabilitas (r) instrumen tes dilakukan dengan menggunakan rumus *Cronbach's Alpha* yang dinyatakan reliabel apabila nilai reliabilitas berada pada rentang $0{,}60 < r \leq 0{,}80$ atau $0{,}80 < r \leq 1{,}00$ yang dinyatakan tinggi atau sangat tinggi.

Analisis Tingkat Kesukaran (TK) dilakukan menggunakan rumus tingkat kesukaran yang baik apabila nilai tingkat kesukaran berada dalam rentang $0{,}00 < TK \leq 0{,}70$ yang dikategorikan sukar dan sedang (Sundayana,2017). Analisis Daya Pembeda (DP) dilakukan dengan rumus daya pembeda. Butir soal tes yang memiliki daya pembeda yang baik dalam penelitian ini adalah soal tes dengan nilai daya pembeda yang berada dalam rentang $0{,}20 < Dp \leq 0{,}40$, $0{,}40 < Dp \leq 0{,}70$, $0{,}70 < Dp \leq 1{,}00$ dalam kategori cukup, baik, dan sangat baik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian pengembangan ini menghasilkan produk berupa instrumen tes tipe *open ended* untuk mengukur kemampuan penalaran matematis peserta didik pada topik pola bilangan fase D SMP/MTs. Instrumen yang dikembangkan memenuhi kriteria valid dan reliabel serta memiliki kualitas butir soal yang

baik. Pengembangan instrumen dilakukan menggunakan model *development studies* yang terdiri atas dua tahap, yaitu tahap *preliminary* dan *formative evaluation*.

Tahap *Preliminary*

Tahap preliminary meliputi analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis peserta didik, dan desain instrumen. Hasil analisis menunjukkan perlunya pengembangan instrumen tes tipe *open-ended* untuk mengukur kemampuan penalaran matematis pada materi pola bilangan fase D SMP/MTs. Berdasarkan hasil analisis tersebut, disusun instrumen yang terdiri atas dua paket soal uraian yang mengakomodasi indikator kemampuan penalaran matematis.

Tahap *formative evaluation* terdiri atas tahap *self evaluation*, *expert review*, *one-to-one*, *small group*, dan *field test*.

Tahap *Self Evaluation*

Pada tahapan *self evaluation*, peneliti melakukan penelaahan awal terhadap produk awal yang terdiri atas kisi-kisi soal, soal tes, alternatif penyelesaian, dan rubrik penilaian. Penelaahan dilakukan bersama dosen pembimbing. Berdasarkan hasil telaah, ditemukan beberapa bagian yang perlu diperbaiki, seperti kesesuaian soal dengan tujuan pembelajaran, penggunaan bahasa yang belum tepat, serta karakteristik soal yang belum sepenuhnya bersifat terbuka. Selain itu, rubrik penilaian juga direvisi agar lebih sesuai dengan indikator kemampuan penalaran matematis. Produk awal yang telah diperiksa dan dilakukan perbaikan pada tahapan ini selanjutnya disebut sebagai *prototype I.*

Tahap *Expert Review*

Pada tahap *expert review*, *prototype* I divalidasi oleh tiga validator berdasarkan aspek materi, konstruksi, dan bahasa. Hasil yang diperoleh berupa skor validasi beserta saran dan komentar dari validator. Skor yang diperoleh selanjutnya dianalisis yang dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil validitas internal instrumen tes KPM tipe *open ended*

Paket	Aspek			Total Validitas(%)
	Materi	Konstruksi	Bahasa	
Paket I	81,54%	80,67%	90,83%	84,35%
Paket II	85,23%	79,00%	88,06%	84,10%

Hasil validasi menunjukkan bahwa instrumen tes kemampuan penalaran matematis tipe *open-ended* yang dikembangkan memiliki validitas yang sangat baik. Persentase validitas keseluruhan pada paket I dan paket II masing-masing sebesar 84,35% dan 84,10%, yang termasuk dalam kategori sangat valid. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa instrumen telah memenuhi aspek materi, konstruksi, dan bahasa sehingga layak digunakan untuk mengukur kemampuan penalaran matematis peserta didik pada materi pola bilangan.

Data kualitatif yang diperoleh berupa saran dan komentar validator terkait aspek materi, konstruksi, dan bahasa. Secara umum, perbaikan dilakukan pada kejelasan redaksi soal, variasi pola yang digunakan, kesesuaian

alternatif penyelesaian dengan pertanyaan, serta penegasan indikator kemampuan penalaran matematis pada setiap butir soal. Beberapa contoh revisi berdasarkan masukan validator disajikan pada Gambar 1 berikut.

Saran Perbaikan	Tindakan Perbaikan	
	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
Pada butir soal nomor 1 paket I terdapat redaksi kalimat soal yang berpotensi menimbulkan ambiguitas, sehingga perlu dilakukan perbaikan agar tidak menimbulkan kerancuan dalam pemahaman peserta didik. Selanjutnya, secara keseluruhan, baik itu paket I maupun paket II, validator menyarankan agar perintah dalam setiap soal diperjelas	Seorang pedagang bunga menyusun pot bunga dengan jenis yang sama di dalam tokonya dengan rapi. Pada hari pertama, ia menyusun 1 pot di dalam toko. Pada hari kedua, ia menambahkan 2 pot disekitar pot pertama. Pada hari ketiga, ia menambahkan 3 pot di sekitar pot pertama dan pot hari kedua , dan seterusnya sehingga membentuk pola bilangan segitiga. Menurutmu, bagaimana cara menentukan jumlah pot pada hari ke-8? Jelaskan dengan caramu sendiri.	Seorang pedagang bunga menyusun pot bunga dengan jenis yang sama di dalam tokonya dengan susunan yang rapi sehingga membentuk pola tertentu. Susunan pertama terdiri 1 pot yang diletakkan di baris pertama. Pada susunan kedua, pedagang menambahkan satu baris di belakang baris pertama yang terdiri atas 2 pot. Pada susunan ketiga, ia menambahkan lagi satu baris yang terdiri atas 3 pot. Pola tersebut berlanjut dengan setiap susunan membentuk satu baris baru yang banyak potnya bertambah satu dari baris sebelumnya sehingga membentuk pola bilangan segitiga a. Perhatikan banyaknya pot pada beberapa susunan awal, duga pola bilangan yang terbentuk dari susunan pot bunga tersebut dan banyak pot pada susunan berikutnya. b. Berdasarkan dugaan yang telah kamu buat, nyatakan hubungan tersebut dalam bentuk sistematis menggunakan

Gambar 1. Revisi soal berdasarkan masukan validator

Hasil analisis skor respon yang diperoleh dari validator pada lembar validasi memperoleh rata-rata persentase sangat valid sehingga 12 butir soal pada instrument tes KPM telah valid secara internal. Saran yang diperoleh dari validator dijadikan sebagai acuan dalam perbaikan *prototype I* bersamaan dengan saran dan komentar yang diperoleh pada tahap *one-to-one* untuk dihasilkan *prototype II.* Butir soal yang dinyatakan valid secara internal diujicobakan pada tahapan berikutnya.

Tahap *One-to-one*

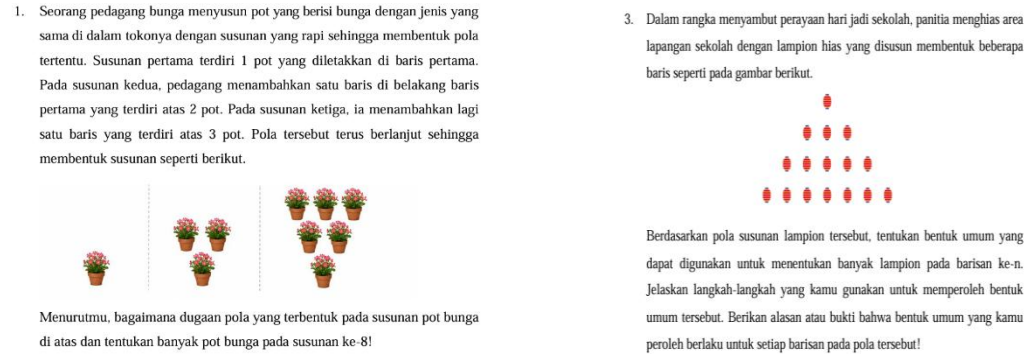
Tahap *one-to-one* dilakukan kepada tiga orang peserta didik kelas IX.10 SMP Negeri 6 Pekanbaru yang terdiri atas peserta didik berkemampuan tinggi, sedang, dan rendah. Hasil yang diperoleh pada tahap one-to-one berupa respon peserta didik terhadap instrumen tes tipe open ended untuk mengukur kemampuan penalaran matematis terkait keterbacaan prototype I. Pada tahap ini diperoleh komentar bahwa beberapa soal masih sulit dipahami, terdapat penggunaan bahasa yang kurang jelas, serta pola bilangan pada beberapa butir soal memerlukan penalaran yang cukup kompleks. Selain itu, peserta didik juga mengalami kesulitan dalam menemukan rumus pola bilangan pada beberapa soal. Komentar dan saran yang diperoleh melalui wawancara digunakan sebagai acuan dalam merevisi prototype I bersamaan dengan hasil validasi pada tahap expert review. Hasil revisi tersebut menghasilkan prototype II yang selanjutnya diujicobakan pada tahap small group.

Tahap *Small Group*

Selanjutnya, tahap *small group* dilakukan kepada enam orang peserta didik kelas IX.10 SMP Negeri 6 Pekanbaru yang terdiri atas dua peserta didik berkemampuan tinggi, dua peserta didik berkemampuan sedang, dan dua peserta didik berkemampuan rendah. Berdasarkan hasil analisis angket respon peserta didik, diperoleh persentase sebesar 90,95% dengan kategori sangat baik. Peserta didik menyatakan bahwa soal mampu melatih kemampuan penalaran matematis karena memberikan kesempatan untuk menemukan berbagai strategi penyelesaian. Namun demikian, beberapa peserta didik masih

mengalami kesulitan dalam menentukan pola dan menyusun pembuktian matematis. Oleh karena itu, dilakukan revisi kembali berupa penyederhanaan redaksi soal dan penambahan petunjuk pengerjaan sehingga menghasilkan *prototype* III.

Prototype III merupakan produk instrumen tes kemampuan penalaran matematis tipe *open-ended* yang telah direvisi berdasarkan hasil validasi ahli dan uji praktikalitas. Salah satu contoh butir soal yang dikembangkan disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Contoh butir soal tes KPM tipe *open ended*

Tahap *Field Test*

Tahap *field test* dilakukan kepada 30 orang peserta didik kelas IX.9 SMP Negeri 6 Pekanbaru untuk memperoleh data empiris mengenai kualitas instrumen. Berdasarkan hasil uji validitas butir soal menggunakan korelasi *Pearson Product Moment* dan uji t, seluruh butir soal pada paket I maupun paket II dinyatakan valid karena seluruh nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$. Hasil dari uji validitas instrumen tes kemampuan penalaran matematis tipe *open ended* terlihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Hasil perhitungan uji validitas butir soal paket I

No. Soal	t_{hitung}	t_{tabel}	Interpretasi
1	4,30	2,05	Valid
2	10,04	2,05	Valid
3	10,40	2,05	Valid
4	13,77	2,05	Valid
5	6,19	2,05	Valid
6	8,19	2,05	Valid

Tabel 4. Hasil perhitungan uji validitas butir soal paket II

No. Soal	t_{hitung}	t_{tabel}	Interpretasi
1	8,28	2,05	Valid
2	12,83	2,05	Valid
3	8,60	2,05	Valid
4	9,12	2,05	Valid
5	10,31	2,05	Valid
6	14,40	2,05	Valid

Berdasarkan Tabel 3 dan Tabel 4, hasil uji validitas eksternal butir soal menggunakan korelasi *Pearson Product Moment* dengan t_{tabel} untuk kedua paket soal adalah 2,05 sehingga seluruh butir soal pada paket I maupun paket II dinyatakan valid karena $t_{hitung} > t_{tabel}$

Hasil uji reliabilitas menggunakan rumus *Cronbach's Alha* menunjukkan bahwa paket I memperoleh koefisien reliabilitas sebesar 0,90 dan paket II sebesar 0,94 dengan kategori sangat tinggi. Hasil analisis taraf kesukaran, paket I terdiri atas satu soal berkategori sukar dan lima soal berkategori sedang, sedangkan seluruh soal pada paket II berada pada kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa secara umum soal yang dikembangkan tidak terlalu mudah dan tidak terlalu sukar, sehingga sesuai digunakan untuk mengukur kemampuan peserta didik. Soal yang baik adalah soal yang memiliki tingkat kesukaran sedang karena mampu memberikan informasi yang lebih tepat mengenai kemampuan peserta didik. Hasil analisis taraf kesukaran terlihat pada Tabel 5

Tabel 5. Hasil perhitungan uji taraf kesukaran

Paket Soal	Sukar	Sedang	Mudah
I	1	5	0
II	0	6	0

Hasil analisis daya pembeda, paket I memiliki satu soal berkategori cukup, tiga soal berkategori baik, dan dua soal berkategori sangat baik. Sementara itu, seluruh soal pada paket II berada pada kategori baik. Hasil ini menunjukkan bahwa butir soal yang dikembangkan telah mampu membedakan peserta didik yang memiliki kemampuan tinggi dan rendah. Hasil pengolahan data daya pembeda terlihat pada Tabel 6

Tabel 6. Hasil perhitungan uji daya pembeda

Paket Soal	Cukup	Baik	Sangat Baik
I	1	3	2
II	0	6	0

Hasil penelitian menunjukkan bahwa instrumen tes tipe open-ended yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kualitas instrumen yang baik. Validitas internal pada kedua paket soal berada pada kategori sangat valid dengan persentase sebesar 84,35% untuk paket I dan 84,10% untuk paket II. Hasil tersebut menunjukkan bahwa butir soal yang dikembangkan telah sesuai dengan aspek materi, konstruksi, dan bahasa sehingga mampu merepresentasikan indikator kemampuan penalaran matematis yang diukur.

Tingginya validitas instrumen tidak terlepas dari proses revisi yang dilakukan melalui tahapan formative evaluation. Masukan dari validator serta respon peserta didik pada tahap one-to-one dan small group digunakan untuk memperbaiki redaksi soal, memperjelas perintah, dan memastikan keterkaitan antara indikator kemampuan penalaran matematis dengan karakteristik soal open-ended. Kondisi ini sejalan dengan pandangan Tessmer yang menyatakan

bahwa evaluasi formatif bertujuan untuk menghasilkan produk yang valid dan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Validitas instrumen yang tinggi menunjukkan bahwa karakteristik soal *open-ended* telah terakomodasi dengan baik pada setiap butir soal. Menurut Shimada, soal *open-ended* memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menghasilkan berbagai strategi dan cara penyelesaian sehingga proses berpikir matematis dapat diamati secara lebih komprehensif. Karakteristik tersebut tercermin pada instrumen yang dikembangkan karena setiap butir soal dirancang untuk memfasilitasi peserta didik dalam mengajukan dugaan, melakukan manipulasi matematika, memberikan alasan terhadap solusi, dan menarik kesimpulan.

Selain mengakomodasi karakteristik soal *open-ended*, instrumen yang dikembangkan juga telah memuat indikator kemampuan penalaran matematis yang meliputi kemampuan mengajukan dugaan, melakukan manipulasi matematika, menyusun bukti atau alasan terhadap kebenaran solusi, serta menarik kesimpulan. Keempat indikator tersebut memungkinkan peserta didik menunjukkan proses berpikir logis dan sistematis dalam menyelesaikan masalah matematika. Dengan demikian, instrumen yang dikembangkan tidak hanya mengukur hasil akhir, tetapi juga mampu mengungkap proses penalaran matematis peserta didik.

Hasil uji reliabilitas menunjukkan bahwa paket I dan paket II memiliki koefisien reliabilitas masing-masing sebesar 0,90 dan 0,94 yang termasuk kategori sangat tinggi. Temuan ini menunjukkan bahwa instrumen memiliki tingkat konsistensi yang baik sehingga mampu memberikan hasil pengukuran yang relatif stabil ketika digunakan pada peserta didik dengan karakteristik yang sebanding. Reliabilitas yang tinggi juga mengindikasikan bahwa rubrik penskoran yang dikembangkan mampu mengakomodasi beragam strategi penyelesaian yang muncul pada soal tipe open-ended.

Ditinjau dari karakteristik butir soal, hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar soal berada pada kategori tingkat kesukaran sedang dan memiliki daya pembeda baik hingga sangat baik. Temuan ini menunjukkan bahwa instrumen tidak hanya mampu mengukur kemampuan penalaran matematis peserta didik, tetapi juga dapat membedakan peserta didik yang memiliki kemampuan tinggi dan rendah. Karakteristik tersebut penting karena instrumen yang baik tidak hanya menilai hasil akhir, tetapi juga mampu mengidentifikasi variasi kemampuan peserta didik dalam mengajukan dugaan, melakukan manipulasi matematika, menyusun alasan, dan menarik kesimpulan.

Instrumen tes tipe open-ended yang dikembangkan juga relevan dengan implementasi Kurikulum Merdeka yang menekankan pengembangan kompetensi peserta didik, termasuk kemampuan bernalar. Melalui soal open-ended, peserta didik diberikan kesempatan untuk mengemukakan berbagai strategi penyelesaian, memberikan alasan terhadap solusi yang diperoleh, serta menarik kesimpulan berdasarkan pola yang ditemukan. Karakteristik tersebut sejalan dengan prinsip asesmen dalam Kurikulum Merdeka yang tidak hanya berfokus pada hasil akhir, tetapi juga pada proses berpikir peserta didik dalam menyelesaikan masalah. Oleh karena itu, instrumen yang dikembangkan berpotensi digunakan sebagai alternatif asesmen formatif maupun sumatif

untuk mengukur kemampuan penalaran matematis peserta didik pada materi pola bilangan.

Penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan asesmen matematika, khususnya melalui penyediaan instrumen tes tipe open-ended pada materi pola bilangan Fase D yang telah memenuhi kriteria valid, reliabel, serta memiliki karakteristik butir yang baik. Berbeda dengan beberapa penelitian sebelumnya yang lebih berfokus pada validitas internal dan praktikalitas instrumen, penelitian ini juga melakukan pengujian empiris melalui analisis validitas eksternal, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda. Oleh karena itu, instrumen yang dihasilkan berpotensi digunakan sebagai alternatif asesmen kemampuan penalaran matematis dalam pembelajaran matematika maupun implementasi asesmen pada Kurikulum Merdeka.

SIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan instrumen tes tipe open-ended untuk mengukur kemampuan penalaran matematis peserta didik pada topik pola bilangan fase D SMP/MTs yang telah memenuhi kriteria valid, reliabel, serta memiliki karakteristik butir soal yang baik. Instrumen yang dikembangkan mampu mengakomodasi indikator kemampuan penalaran matematis, yaitu mengajukan dugaan, melakukan manipulasi matematika, menyusun bukti atau alasan terhadap kebenaran solusi, dan menarik kesimpulan. Dengan demikian, instrumen ini dapat digunakan sebagai alternatif asesmen untuk mengukur kemampuan penalaran matematis peserta didik secara lebih komprehensif.

Kontribusi penelitian ini terletak pada penyediaan instrumen tes tipe open-ended yang telah melalui validasi ahli dan pengujian empiris sehingga layak digunakan dalam pembelajaran matematika serta mendukung implementasi asesmen pada Kurikulum Merdeka. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan instrumen serupa pada materi matematika lainnya atau mengkaji penerapan instrumen yang telah dikembangkan dalam konteks pembelajaran yang lebih luas.

REFERENSI

Arfan, S., I. H. Abdullah, and A. Bani. "Pengaruh Pendekatan Open-Ended terhadap Kemampuan Penalaran Matematis Siswa SMP pada Materi Garis dan Sudut." *Delta-Pi: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika* 8.2 (2019):69.

Asdarina, O., & Ridha, M. (2020). Analisis Kemampuan Penalaran Matematis Siswa dalam Menyelesaikan Soal Setara PISA Konten Geometri. *Jurnal Numeracy*, 7(2), 192–206. https://elibrary.ru/item.asp?id=75547189.

Aziz, A., & Hidayati, N. (2019). Analisis kemampuan penalaran matematis siswa SMP pada materi aritmetika sosial. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(2), 45–53.

Dewi, A.P., & Syofiana, M. (2020). Pengembangan Soal Kemampuan Penalaran Matematis Siswa Kelas VII SMP. *Gammath: Jurnal Ilmiah Program Studi*

Pendidikan Matematika, 5(2), 109-116. https://www.researchgate.net/publication/353091249.

Pebrianti, S. (2023). Pengembangan LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik) Berbasis Android terhadap Kemampuan Penalaran Matematis pada Materi Pola Bilangan di Kelas VIII SMPN 21 Pontianak (*Doctoral dissertation, IKIP PGRI PONTIANAK*). https://digilib.upgripnk.ac.id/id/eprint/2076.

Herdiansyah, A., Rahardi, R., & Irawati, S. (2023). Pengembangan LKS Beracuan Problem Based Learning untuk Mendeskripsikan Kemampuan Penalaran Matematika Siswa SMA. Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika, 8(1),29-43. https://doi.org/10.31004/cendekia.v8i1.1893.

INDRAWAN, A. I. (2022). *Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality Pada Pokok Bahasan Bangun Ruang Sisi Datar Untuk Kemampuan Penalaran Matematis* (Doctoral dissertation, UIN RADEN INTAN LAMPUNG). https://repository.radenintan.ac.id/id/eprint/19362.

Kemendikbudristek. (2025). Capaian Pembelajaran Mata Pelajaran Matematika Kemendikbudristek. (2025). Surat Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kemendikbudristek No. 046/H/KR/2025 tentang Capaian Pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah pada Kurikulum Merdeka. Jakarta: Kementrian Pendidikan Dasar dan Menengah.

Kurnia Putri, D., Sulianto, J., & Azizah, M. (2019). Kemampuan Penalaran Matematis Ditinjau dari Kemampuan Pemecahan Masalah. International Journal of Elementary Education, 3(3), 351. https://doi.org/10.23887/ijee.v3i3.19497.

Lestari, K. E., & Yudhanegara, M. R. (2017). Penelitian Pendidikan Matematika. Bandung: Refika Aditama.

Nurhalin, Y., Effendi, K. N. S. (2022). Kemampuan Penalaran Matematis Siswa SMP pada Materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel. *Jurnal Educatio FKIP UNMA*, 8(1) https://doi.org/10.31949/educatio.v8i1.195

OECD. (2023). PISA 2022 Results. Paris: OECD Publishing.

Paputungan, A. R., Djakaria, I., & Ismail, Y. (2024). Analisis Kemampuan Penalaran Matematis Siswa pada Materi Pola Bilangan Ditinjau Dari Kemampuan Menyelesaikan Soal Berbasis Masalah. *Research in the Mathematical and Natural Sciences*, *3*(2), 43-49. https://doi.org/10.55657/rmns.v3i2.162

Purwanti, S., Syofiama, M., & Risnanosanti. (2020). Soal tentang Bilangan Bulat untuk Mengukur Kemampuan Penalaran Matematis. *Jurnal Pendidikan Matematika Raflesia* , 5(2), 145-152. https://doi.org/10.33369/jpmr.v5i2.11449.

Putri, D. M., & Destania, Y. (2020). Pengembangan Soal Penalaran Matematis Siswa pada Materi Peluang. Alifmatika: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Matematika, 2(2), 169-184. https://doi.org/10.35316/alifmatika.2020.v2i2.169-184.

Tessmer, M. (1993). Planning and Conducting Formative Evaluations. London: Kogan Page.

Yovita, A., dkk. (2023). Analisis Kemampuan Penalaran Matematis Siswa Sebelum dan Sesudah Menggunakan Pendekatan Pembelajaran Matematika Realistik (PMR) pada Kelas VII SMP Negeri 2 Padang. Jurnal Math Edu: *Mathematic Education Journal*, 6(2) https://doi.org/10.37081/mathedu.v6i2.5014