



PROSES MATEMATIS SISWA DALAM MENYELESAIKAN MASALAH KONSEP PERBANDINGAN SENILAI BERBASIS OPEN-ENDED PADA KONTEKS POPULER

Adis Almaida¹, Indriani Putri¹, Mudma Inna¹, Putri Meilani¹, Sufri Mashuri¹, Marniati¹, Arma Wangsa^{1*}

¹Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sembilanbelas November Kolaka, Jl. Pemuda No. 339, Kolaka, 93517, Indonesia

✉ armawangsa0898@gmail.com

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 10/09/2025

Revised: 29/10/2025

Accepted: 29/11/2025

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menjelaskan proses matematis siswa secara siklik dalam menyelesaikan masalah konsep perbandingan senilai berbasis *open-ended* pada konteks populer TikTok. Metode kualitatif deskriptif digunakan pada penelitian ini dengan mengambil 143 subjek, yang kemudian secara *purposive* dipilih 77 lembar kerja yang mampu menyelesaikan masalah dan dibagi menjadi 8 kelompok proses. Data dikumpulkan melalui tes dan wawancara diagnostik yang dianalisis menggunakan teknik *flow model* dengan memperhatikan tahapan *mathematical modelling*. Hasil penelitian menunjukkan ragam proses matematis siswa dalam menemukan solusi. Subjek memahami situasi nyata (*real situation*) untuk menentukan *frame* yang cocok dengan ukuran gambar. Berdasarkan informasi tersebut, subjek membangun asumsi dalam bentuk representasi verbal, numerik, simbol, dan visual (*real world model*). Representasi tersebut diasosiasikan dan dioperasikan mengikuti prinsip dan konsep matematika (perbandingan rasio, perbandingan skala sisi, perkalian silang, perkalian dengan skala, kelipatan, dan pola pengurangan berulang) (*mathematical model*) untuk menghasilkan solusi (*mathematical result*). Solusi yang diperoleh direfleksikan kembali ke *real situation* dengan memutuskan *frame* yang berbanding senilai dengan ukuran gambar. Konteks populer TikTok pada penelitian ini berhasil menjadi daya tarik budaya digital yang mengaktifkan keterampilan berpikir siswa serta menstimulasi tanggapan kreatif dalam pemecahan masalah.

Kata kunci: Konteks Populer; Masalah *Open-ended*; Proses Matematis; TikTok

ABSTRACT

This study aims to explain the cyclical mathematical processes of students in solving open-ended problems based on the concept of equivalent ratios in the popular context of TikTok. A descriptive qualitative method was employed, involving 143 participants, from which 77 worksheets that successfully solved the problems were purposively selected and divided into 8 process groups. Data were collected through tests and diagnostic interviews, which were analyzed using the flow model technique with consideration of the mathematical modeling steps. The results revealed a variety of students' mathematical processes in finding solutions. The subjects understood the real situation to determine a frame proportional to the image size. Based on this information, subjects made assumptions in the form of verbal, numerical, symbolic, and visual representations (real world models). These representations were associated and operated according to mathematical principles and concepts (ratio comparison, side scale comparison, cross multiplication, multiplication by scale, multiples, and repeated subtraction patterns) (mathematical model) to produce solutions (mathematical results). The solutions obtained were reflected back to the real situation by deciding on a frame that was proportional to the size of the image. The popular context of TikTok in this study successfully became a digital cultural attraction that activated students' thinking skills and stimulated creative responses in problem solving.

Keywords: Popular Context; Open-ended Problems; Mathematical Processes; TikTok



Cara Menulis Sitasi: Almaida, A., Putri, I., Inna, M., Mashuri, S., Marniati., & Wangsa, A. (2025) Proses Matematis Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Konsep Perbandingan Senilai Berbasis *Open-Ended* pada Konteks Populer. *SIGMA: Jurnal Pendidikan Matematika*, 17 (2), 567-582. <https://doi.org/10.26618/a3qt2r71>

Pendahuluan

Keterampilan matematis merupakan landasan utama dalam pengembangan kemampuan berpikir logis, kritis, dan sistematis. Pembelajaran matematika hendaknya mendukung kemampuan untuk memahami konsep, memecahkan masalah, serta mengomunikasikan dan merefleksikan hasil berpikir secara tepat (Roorda dkk., 2024). Dalam artikel Nahdi (2019) menyoroti pentingnya memperkuat keterampilan matematis, termasuk berpikir kritis, kreatif, kolaborasi, dan komunikasi sebagai inti pendidikan abad ke-21. Matematika dipandang sebagai ilmu dasar yang tidak hanya membantu siswa berpikir logis dan sistematis, tetapi juga membekali mereka untuk menghadapi tantangan global dengan cara mengembangkan strategi, mengevaluasi ide, serta bekerja secara individu maupun kelompok. Oleh karena itu, penguatan keterampilan matematis siswa menjadi salah satu tujuan utama dalam pendidikan abad ke-21.

Hasil studi *Programme for International Student Assessment* (PISA) menunjukkan bahwa kemampuan matematika siswa Indonesia masih tergolong rendah. Laporan PISA tahun 2022 menempatkan Indonesia pada peringkat 70 dari 81 negara yang berpartisipasi (OECD, 2023). Berdasarkan pada data tersebut, dapat dinyatakan bahwa penguasaan konsep matematika siswa di Indonesia masih tergolong rendah (Aisyah & Juandi, 2022; Nurutami dkk., 2018). Hal ini menandakan bahwa banyak siswa yang belum memiliki kemampuan matematis yang memadai, khususnya dalam menerapkan konsep-konsep matematika ke dalam situasi nyata. Oleh karena itu, diperlukan studi lebih lanjut untuk menjelaskan proses matematika siswa dalam menyelesaikan masalah pada berbagai konteks.

Proses matematis merupakan proses berpikir yang mencakup pemahaman terhadap makna dan struktur matematika yang muncul dari konteks kehidupan nyata (Hamidy & Jailani, 2019). Proses matematis sangat perlu ditekankan dalam pembelajaran karena membantu siswa memahami matematika secara sistemik. Siswa yang memahami konsep dan terampil dalam proses matematis diharapkan dapat memecahkan masalah matematika pada berbagai konteks secara efektif. Namun, perlu disadari bahwa proses berpikir setiap siswa tidak selalu sama. Menurut Nilamsari & Astutik (2021) masing-masing siswa memiliki gaya kognitif dan pendekatan yang berbeda dalam memahami konsep, sehingga menunjukkan perbedaan dalam proses menyelesaikan masalah matematika. Oleh karena itu, perlu mengetahui proses matematika siswa sebagai referensi dalam menyusun strategi pembelajaran yang terintegrasi dengan fenomena konteks dunia nyata agar penguasaan matematis siswa dapat tercapai.

Salah satu konsep yang relevan dengan proses matematika adalah *mathematical modelling*. *Mathematical modelling* merupakan suatu kerangka kerja matematis yang berangkat dari situasi nyata (*real situation*), kemudian membangun asumsi (*real world model*) untuk mengarahkan kepada pemecahan masalah yang melibatkan konsep matematika (*mathematical model*), sehingga menghasilkan solusi pemecahan (*mathematical result*) yang direfleksikan kembali ke situasi nyata (Kaiser, 2004). Hamidy & Jailani (2019) menyatakan bahwa proses matematis memiliki kesamaan makna istilah dengan model matematika (*mathematical modelling*). Kaiser (2004) menekankan bahwa pemodelan matematika lebih

bermakna, ketika dilihat sebagai proses iteratif dari pada hanya sekadar produk akhir. Ini menunjukkan bahwa ketika siswa dihadapkan pada konteks masalah yang berhubungan langsung dengan konteks nyata yang dekat dengan pengalamannya, maka proses matematisasi menjadi lebih bermakna. Salah satunya adalah konteks Anomali TikTok yang sedang populer bagi kehidupan siswa.

TikTok bukan hanya media hiburan, tetapi juga dapat menjadi sumber inspirasi atau bahkan menjadi wadah pembelajaran informal. TikTok sebagai konteks populer dalam masalah matematika dapat menarik perhatian siswa untuk menemukan solusi. Penelitian oleh Cirneanu & Moldoveanu (2024) menunjukkan bahwa integrasi konteks digital dalam pembelajaran matematika meningkatkan keterlibatan emosional dan kognitif siswa, serta mendorong pemikiran reflektif yang lebih mendalam. Namun, agar potensi ini benar-benar berdampak pada kemampuan berpikir matematis, konteks populer tersebut perlu disajikan dalam bentuk masalah yang nyata, terbuka, dan menantang. Pembelajaran yang menggunakan fenomena yang sedang viral bukan hanya membuat pembelajaran lebih menarik, tetapi dapat membuka ruang bagi siswa untuk menemukan berbagai solusi yang dapat mengasah kreativitas dan kemampuan berpikir mereka. Dalam situasi ini, masalah *open-ended* menjadi pendekatan yang paling sesuai untuk mengoptimalkan potensi tersebut.

Open-ended adalah suatu pendekatan yang diawali dengan pengenalan atau menghadapkan peserta didik pada masalah. Nieminen dkk. (2022) menjelaskan tujuan pendekatan masalah *open-ended* membantu mengembangkan aktivitas, kreativitas, dan kemampuan berpikir matematis siswa dalam memecahkan masalah. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh Bayarcal & Tan (2023) yang menegaskan bahwa masalah *open-ended* dapat menciptakan ruang bagi siswa untuk mengekspresikan ide mereka secara bebas dan membangun pemahaman matematis yang lebih dalam melalui proses berpikir reflektif dan fleksibel. Pendekatan ini penting karena dapat mengembangkan kemampuan berpikir kreatif dalam menyelesaikan masalah matematis, sehingga siswa dapat mengeksplorasi berbagai strategi dalam menyelesaikan masalah yang mungkin menghasilkan lebih dari satu solusi (Nilimaa, 2023). Salah satu konsep matematika yang perlu dikuasai siswa adalah konsep perbandingan senilai. Konsep tersebut banyak digunakan dalam berbagai konteks kehidupan. Salah satunya, banyak diangkat sebagai sub konten tes akademik (TKA dan TIU) (Purnamasari dkk., 2023). Selain itu, penguasaan terhadap konsep perbandingan juga menjadi prasyarat untuk mempelajari berbagai konsep lanjutan, misalnya kesebangunan dan kekongruenan segitiga, konsep Pythagoras, perbandingan trigonometri, gradien fungsi linear, dan turunan fungsi.

Beberapa laporan penelitian terdahulu telah melakukan studi untuk menjelaskan keterampilan siswa dalam menyelesaikan masalah pada konsep yang serupa dengan penelitian ini (Lanya, 2016; Rochma dkk., 2023; Tito dkk., 2024). Penelitian pertama melakukan investigasi untuk mengetahui kemampuan literasi numerasi siswa pada tingkat pemahaman baik dan rendah dalam menyelesaikan masalah konsep perbandingan senilai (Tito dkk., 2024). Studi kedua menjelaskan rendahnya pemahaman konsep siswa dalam menyelesaikan masalah pada konten perbandingan senilai dan berbalik nilai (Lanya, 2016). Sedangkan penelitian yang ketiga meninjau kemampuan siswa menyelesaikan masalah matematika pada konsep perbandingan senilai berdasarkan teori Pirie-Kieren (Rochma dkk., 2023). Berdasarkan pada tiga penelitian terdahulu tersebut, penelitian ini menunjukkan perbedaan pada beberapa poin,

di antaranya: 1) penelitian ini memetakan proses matematika siswa, berbeda dengan dua penelitian pertama, yaitu Tito dkk. (2024) dan Lanya (2016) yang fokus pada investigasi hasil belajar siswa; 2) proses matematika pada penelitian ini diukur menggunakan instrumen soal berbasis konteks populer TikTok berdasarkan teori *mathematical modelling*, berbeda dengan penelitian Rochma dkk. (2023).

Berdasarkan pada uraian di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan proses matematis siswa dalam menyelesaikan masalah berbasis konteks populer TikTok (Anomali) sebagai daya tarik budaya digital yang dekat dengan keseharian siswa.

Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif untuk menjelaskan proses matematis siswa dalam menyelesaikan masalah konteks populer TikTok. Penelitian ini dimulai sejak bulan Juni sampai Agustus 2025 terhadap siswa pada dua sekolah menengah atas di Kabupaten Bombana Provinsi Sulawesi Tenggara. Subjek tiap sekolah tersebut dipilih secara *accidental* sebanyak 143 orang. Selain alasan efisiensi, *accidental sampling* digunakan karena sesuai dengan tujuan penelitian ini yang berfokus pada pemahaman mendalam mengenai proses matematis siswa, bukan pada generalisasi hasil. Tingkatan kelas yang dipilih yaitu siswa kelas XI. Siswa kelas XI dipilih karena dinilai memiliki pengetahuan awal (telah mempelajari) konsep perbandingan pada jenjang sebelumnya dan konsep tersebut menjadi prasyarat penting untuk topik lanjutan seperti trigonometri, gradien fungsi, dan turunan fungsi (capaian pembelajaran Fase F). Pemilihan subjek pada penelitian ini bersesuaian dengan metode pengambilan subjek oleh Mert Uyangör (2019) yang memilih siswa dengan kemampuan matematika tinggi karena dianggap mampu menunjukkan proses matematis yang lebih kompleks (memperkirakan, menggeneralisasi, membuat dugaan, menguji, mengabstraksi, bernalar, dan membuktikan). Oleh karena itu, pemilihan lembar kerja siswa yang dianalisis dilakukan secara *purposive* sebanyak 77 yang dapat dengan benar menyelesaikan masalah matematis untuk mendapatkan proses matematika yang lebih kompleks.

Instrumen tes yang digunakan berupa masalah matematis *open-ended*. Proses penetapan dan penerapan konteks soal (*real situation*) didasarkan pada hasil studi pendahuluan dengan memastikan konteks populer TikTok adalah konteks yang dikenal oleh subjek penelitian. Masalah pada instrument menyajikan ukuran gambar Anomali TikTok (3 cm × 4 cm) dan empat *frame* baju dengan ukuran yang berbeda: dewasa (12 cm × 16 cm), remaja (9 cm × 12 cm), anak-anak (7 cm × 12 cm), dan balita (6 cm × 8 cm). Disajikan juga skenario didaktis yang meminta siswa untuk menentukan ukuran *frame* baju yang berbanding senilai dengan ukuran gambar. Instrumen tes telah dinyatakan sangat valid secara isi oleh tiga validator ahli (2 akademisi dan 1 praktisi pendidikan matematika) sebagaimana hasil perhitungan indeks Aiken's (0,83 > 0,8) pada tabel 1. Hasil validasi tersebut menunjukkan: 1) instrumen memenuhi kriteria *open-ended*; 2) menggunakan konteks yang populer bagi siswa; serta 3) tingkatan kelas yang dipilih memiliki pengetahuan awal mengenai konsep perbandingan senilai.

Tabel 1. Hasil Validitas Isi berdasarkan Kesepakatan Validator Ahli

Butir	Rater 1	Rater 2	Rater 3	s ₁	s ₂	s ₃	Σs	V
1	4	5	4	3	4	3	10	0,83

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui pemberian tes (untuk mengetahui tahapan proses matematisasi siswa pada lembar kerja) serta wawancara diagnostik (untuk menggali pemahaman dan strategi siswa dalam memecahkan masalah). Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan teknik *flow model* yang terdiri dari tiga tahapan (Huberman & Miles, 1983), yaitu: 1) mereduksi data dengan mengambil 77 lembar kerja yang menjawab benar dari 143 subjek dan mengambil jawaban wawancara informan yang mendukung penelitian; 2) menampilkan data dengan mendeskripsikan 8 kelompok proses matematis yang sejenis berdasarkan tahapan *mathematical modelling* berupa gambar lembar kerja dan skrip wawancara diagnostik yang relevan; 3) penarikan kesimpulan dilakukan dengan merancang model proses matematisasi secara siklik.

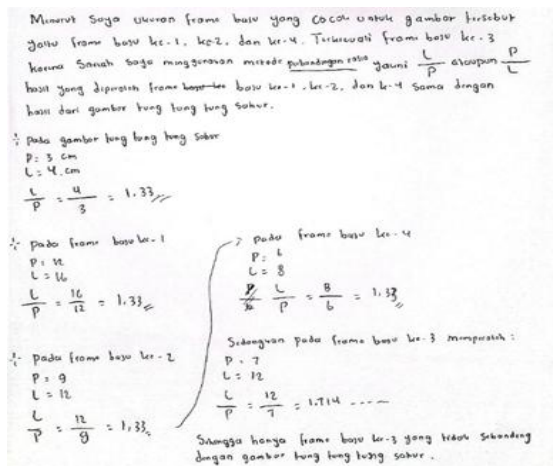
Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil Penelitian

Hasil yang dipaparkan dalam penelitian ini terdiri dari delapan gambar lembar kerja dan skrip wawancara diagnostik yang masing-masing menunjukkan proses matematis yang berbeda, yaitu: 1) menggunakan konsep perbandingan rasio (6/77); 2) menggunakan konsep perbandingan skala sisi (31/77); 3) menggunakan konsep perkalian silang (22/77); 4) menggunakan konsep perkalian dengan skala perbandingan (4/77); 5) menggunakan konsep kelipatan (1/77); 6) hanya menuliskan hasil yang benar (9/77); 7) menggunakan konsep pola pengurangan berulang (1/77); dan 8) menggunakan konsep perkalian dengan skala perbandingan melalui penjelasan verbal (3/77).

Proses Matematis Siswa Menggunakan Konsep Perbandingan Rasio

Subjek S1 (gambar 1) menunjukkan proses pemodelan matematika (*mathematical modelling*) yang lengkap. Siswa terlebih dahulu memahami dan memilih ukuran *frame* baju yang berbanding senilai dengan gambar (*real situation*). S1 kemudian mengasumsikan secara verbal dan simbolis (*real world model*) dengan membandingkan ukuran lebar (l) dan ukuran panjang (p) gambar dan masing-masing *frame* baju. Kemudian, siswa membentuk model matematika dengan mensubstitusi nilai yang diketahui (*mathematical model*) untuk menemukan rasio. Hasil perhitungan siswa menyatakan bahwa *frame* ke-1, ke-2, dan ke-4 memiliki rasio yang sama dengan gambar (1,33). Sedangkan *frame* ketiga memiliki rasio yang berbeda (1,714). Sehingga, siswa merefleksikan kembali ke situasi nyata (*mathematical result*) bahwa terdapat tiga *frame* cocok atau berbanding senilai dengan ukuran gambar, yaitu: *frame* baju dewasa, remaja, dan balita.



Gambar 1. Lembar Kerja dan Wawancara Diagnostik Subjek S1

Peneliti: langkah awal apa yang kamu lakukan untuk menentukan frame yang cocok dengan gambar Anomali Tung Tung Tung Sahur?

S1: saya mengamati bentuk gambarnya terlebih dahulu, kemudian saya mencocokkannya dengan frame yang ukurannya sebanding dengan gambar yang asli.

Peneliti: kamu menggunakan konsep matematika apa?

S1: saya menggunakan perbandingan rasio.

Proses Matematis Siswa Menggunakan Konsep Perbandingan Skala Sisi

Subjek S2 (Gambar 2) mengetahui bahwa perbedaan ukuran *frame* pada situasi ini memengaruhi tampilan gambar saat akan dicetak (*real situation*). Situasi ini dimodelkan ke dalam model situasi dengan membandingkan skala ukuran sisi setiap *frame* baju dengan ukuran sisi gambar yang bersesuaian. Asumsi tersebut dibangun menggunakan bantuan representasi verbal, visual, dan numerik (*real world model*) secara eksplisit menggambarkan sketsa *frame* baju lengkap dengan ukurannya. Selanjutnya, subjek membagi ukuran panjang setiap *frame* dengan ukuran panjang gambar serta membagi ukuran lebar setiap *frame* dengan ukuran lebar gambar. Berdasarkan hasil wawancara diagnostik, subjek mengasumsikan dengan membandingkan skala sisi yang bersesuaian ia dapat mengetahui apakah gambar dan *frame* berbanding senilai (*mathematical model*). Hasil perhitungan subjek menyimpulkan dan merefleksikan bahwa hanya tiga dari empat *frame* baju yang memenuhi prinsip perbandingan senilai, yaitu *frame* baju Ke-1 (dewasa), ke-2 (remaja), dan ke-4 (balita) karena memiliki skala sisi yang sama (*mathematical result*).



Gambar 2. Lembar Kerja dan Wawancara Diagnostik Subjek S2

Peneliti: kenapa kamu pakai cara ini

S2: karena dengan perbandingan skala sisi saya bisa tau gambar dan baju itu sebanding atau tidak.

Peneliti: bagaimana kamu hitung perbandingan skala sisinya?

S2: saya membagi panjang baju dengan panjang gambarnya. Panjang keduanya saya bandingkan (keduanya yaitu Panjang dan lebar), agar ketahuan perbandingannya.

Proses Matematis Siswa Menggunakan Konsep Perkalian Silang

Subjek S3 (Gambar 3) memahami masalah soal dan menyatakan asumsi bahwa ukuran gambar dan *frame* berbanding senilai jika perkalian silang terhadap perbandingan lebar dan

panjang *frame* dengan perbandingan lebar dan panjang gambar yang menghasilkan pembilang dan penyebut sama (*real situation – real world model*). Asumsi tersebut dibangun melalui representasi numerik (*real world model*). Selanjutnya, subjek menggunakan konsep perkalian silang terhadap perbandingan ukuran gambar dan *frame* baju untuk menghitung dan menentukan hasil perkalian silang mana yang penyebut dan pembilangnya sama (*mathematical model*). Subjek kemudian memperoleh bahwa hanya pembilang dan penyebut dari hasil kali silang perbandingan ukuran lebar dan panjang *frame* baju ke-3 (anak-anak) dengan ukuran lebar dan panjang gambar yang tidak sama ($\frac{36}{21}$) (*mathematical result*), kemudian menyimpulkan bahwa ada tiga *frame* baju yang cocok dan tidak akan merubah kualitas gambar jika dimasukkan kedalam *frame* tersebut, yaitu *frame* baju ke-1, ke-2, dan ke-4 (pembilang dan penyebutnya sama).

"Jawaban"

$$\frac{16}{12} \times \frac{4}{3} = \frac{48}{36} \rightarrow \text{gambar 1 Sebanding}$$

$$\frac{12}{9} \times \frac{4}{3} = \frac{36}{36} \rightarrow \text{gambar 2 Sebanding}$$

$$\frac{12}{7} \times \frac{4}{3} = \frac{36}{21} \rightarrow \text{gambar 3 tidak Sebanding}$$

$$\frac{8}{6} \times \frac{4}{3} = \frac{24}{24} \rightarrow \text{gambar 4 Sebanding}$$

Ket: dari keempat gambar *frame* baju tersebut dikurangkan dengan cara di kali silang, ada 3 *frame* baju yang hasil perkaliannya sama dengan penyebutnya dari 1 *frame* baju yang hasil perkaliannya beda dengan penyebutnya.

Jadi ada 3 *frame* baju yang Sebanding dan 1 *frame* yg tidak Sebanding

Peneliti: bagaimana bisa kamu menyimpulkan ke-4 *frame* baju itu sebanding atau tidak sebanding dengan gambar baju?

S3: saya menggunakan konsep perkalian silang yang memudahkan saya menyimpulkan hal tersebut.

Peneliti: lalu, apakah kamu sudah yakin dengan kesimpulanmu?

S3: ya, saya sudah yakin karena saya memperhatikan hasil akhirnya apakah nilai pembilang dan penyebut itu sama atau tidak.

Gambar 3. Lembar Kerja dan Wawancara Diagnostik Subjek S3

Proses Matematis Siswa Menggunakan Konsep Perkalian dengan Skala Perbandingan

Subjek S4 (Gambar 4) memahami situasi masalah dan memabangun asumsi bahwa dengan memilih bilang (k) yang jika dikalikan terhadap masing-masing ukuran panjang dan lebar gambar, maka akan menghasilkan ukuran *frame* baju tertentu (*real situation – real world model*). Subjek menjelaskan bahwa dengan skala tertentu (k), ukuran gambar dapat diperbesar atau diperkecil sesuai dengan ukuran setiap *frame* baju (representasi verbal). Kemudian, subjek mengalikan ukuran gambar ($3 \text{ cm} \times 4 \text{ cm}$) dengan suatu angka (k) untuk memperoleh ukuran yang cocok dengan *frame* baju (representasi numerik) (*real world model*). Berdasarkan hasil wawancara diagnostik, subjek mengalikan k terhadap ukuran gambar hingga memperoleh hasil yang sama dengan ukuran *frame* baju (*mathematical model*). Subjek memilih $k = \{4, 3, 2\}$ dengan masing-masing $k_i = 4$ untuk *frame* baju pertama (dewasa), $k_{ii} = 3$ untuk *frame* baju kedua (remaja), dan $k_{iii} = 2$ untuk *frame* baju keempat (balita). Kemudian subjek menemukan bahwa ukuran baju ke-1, ke-2, dan ke-4 berbanding senilai dengan ukuran gambar, sedangkan *frame* ketiga disimpulkan tidak sebanding karena tidak ditemukan angka (k) yang menghasilkan ukuran *frame* ketiga (*mathematical result*). Ini menunjukkan kemampuan subjek untuk menghubungkan konsep skala perbandingan senilai dengan situasi nyata secara runtut dan logis.



Gambar 4. Lembar Kerja dan Wawancara Diagnostik Subjek S4

Peneliti: kenapa kamu mengalikan ukuran gambar dengan angka 4?

S4: karena angka 4 jika dikalikan dengan ukuran gambar menghasilkan ukuran frame baju 1, yang berarti ukuran gambar sebangun dengan ukuran frame baju 1.

Peneliti: bagaimana untuk frame baju lainnya?

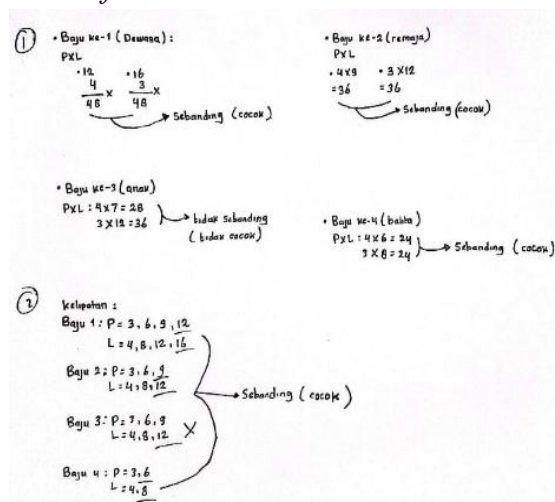
S4: Saya mengalikan ukuran gambar dengan bilangan lainnya yang akan menghasilkan ukuran yang sama dengan masing-masing ukuran frame baju lainnya.

Peneliti: Bagaimana dengan baju yang ketiga?

S4: saya tidak bisa menemukan angka yang bisa menghasilkan ukuran frame ketiga, jadi saya simpulkan frame tersebut tidak sebangun dengan gambar

Proses Matematis Siswa Menggunakan Konsep Kelipatan

Subjek S5 (Gambar 5) memahami konteks masalah dengan merepresentasikannya secara numerik (*real situation - real world model*). Subjek membangun dua model asumsi dalam menemukan solusi masalah. Solusi pertama sama dengan solusi subjek S4 pada gambar 3 (konsep perkalian silang). Solusi yang kedua, subjek menggunakan konsep kelipatan ukuran panjang dan lebar gambar untuk menemukan ukuran yang sama dengan panjang dan lebar masing-masing *frame* baju. Misalnya, kelipatan panjang gambar (p) = (3, 6, 9, 12 ...) dan kelipatan lebar gambar (l) = (4, 8, 12, 16, ...) (*real world model - mathematical model*). Pada kelipatan empat dari ukuran masing-masing sisi gambar tersebut akan sama dengan ukuran *frame* baju ke-1 (12×16), pada kelipatan tiga sama dengan ukuran *frame* baju ke-2 (9×12), dan pada kelipatan dua sama dengan ukuran frame baju ke-4 (6×8). Sedangkan tidak ditemukan adanya kelipatan yang sama dengan ukuran *frame* baju ke-3 (*mathematical result*). Berdasarkan pada hasil tersebut, subjek merefleksikan solusi yang ia peroleh dengan menyimpulkan bahwa *frame* baju dewasa, remaja, dan balita yang berbanding senilai dengan ukuran gambar, sehingga tidak akan merubah kualitas gambar jika dimasukkan ke dalam *frame* tersebut.



Gambar 5. Lembar Kerja dan Wawancara Diagnostik Subjek S5

Peneliti: apa maksud dari p dan l pada nomor dua?

S5: itu adalah kelipatan dari gambar anomaly untuk mendapatkan ukuran frame baju.

Peneliti: jadi dari kedua konsep yang kamu gunakan, mana frame baju yang sebangun dengan gambar?

S5: frame baju yang sebangun dengan gambar ada pada frame baju kesatu, kedua, dan keempat

Proses Matematis Siswa yang Hanya Menuliskan Hasil yang Benar

Subjek S6 membangun asumsi dengan memahami bahwa tiga dari empat ukuran *frame* baju berbanding senilai dengan ukuran gambar (*real situation*). Hasil wawancara menunjukkan subjek memahami situasi masalah dan mengasosiasikannya dengan konsep matematika. Ia menjelaskan bahwa ukuran gambar dan *frame* baju memiliki perbandingan yang senilai karena memiliki rasio ukuran panjang dan lebar yang sama (*real world model*). Walau subjek tidak menjelaskan langkah-langkah perhitungannya secara formal, subjek telah mampu menjelaskan secara verbal mengenai konsep matematika (*mathematical model*) yang ia gunakan secara intrinsik. Berdasarkan lembar kerja, subjek menyimpulkan bahwa hanya ukuran baju ketiga yang tidak sebanding dengan gambar, sedangkan baju pertama, kedua, dan keempat sebanding (*mathematical result*). Ini menunjukkan bahwa subjek memahami konsep perbandingan senilai dalam konteks nyata, tetapi memiliki keterbatasan dalam mengekspresikan proses matematika secara simbolik.

BAJU KE 1 = sebanding
 BAJU KE 2 = sebanding
 BAJU KE 3 = tidak sebanding
 BAJU KE 4 = sebanding

Peneliti: kenapa kamu mengatakan baju pertama, kedua, dan keempat yang sebanding?

S6: karena ukuran *frame* baju pertama, baju kedua, dan baju keempat memiliki panjang dan lebar yang sama. Maksudnya saya, jika panjang dan lebar pada gambar dikali 4 maka akan menghasilkan ukuran *frame* baju pertama dan begitu seterusnya. Saya paham tapi saya bingung bagaimana cara menuliskannya.

Gambar 6. Lembar Kerja dan Wawancara Diagnostik Subjek S6

Proses Matematis Siswa Menggunakan Konsep Pola Pengurangan Berulang

Subjek S7 (Gambar 7) memahami situasi (*real situation*) dan mengasumsikan bahwa ukuran sisi *frame* baju yang dikurangi dengan ukuran sisi gambar yang bersesuaian secara berulang sebanyak k akan menghasilkan ukuran yang sama dengan ukuran gambar (3×4). Dari pemahaman tersebut, subjek merepresentasikannya secara numerik dan menjelaskannya secara verbal (*real world model*). Kemudian, subjek menggunakan konsep pola pengurangan berulang dengan $k = \{1, 2, \text{ dan } 3\}$, dimana $k = 1$ berlaku untuk *frame* baju ke-4. Ini berarti bahwa ukuran sisi *frame* baju ke-4 dikurang sebanyak satu kali ($k = 1$) dengan ukuran sisi gambar, yaitu $l = 8 - 4 = 4$ dan $p = 6 - 3 = 3$ menghasilkan ukuran gambar ($l \times p = 4 \times 3$) (*mathematical model*). Setelah melakukan perhitungan dengan pengurangan berulang, subjek menyatakan bahwa gambar yang berbanding senilai dengan ukuran gambar adalah ukuran *frame* baju ke-1, ke-2, dan ke-4 (*mathematical result*). Hal ini sesuai dengan hasil lembar kerja dan wawancara diagnostik subjek. Dengan demikian, subjek dapat menemukan solusi menggunakan konsep pengurangan berulang dengan ukuran gambar terhadap ukuran *frame* yang bersesuaian secara akurat.

Baju 2 = $\begin{array}{r} 12 \\ - 4 \\ \hline 8 \end{array}$ $\begin{array}{r} 9 \\ - 3 \\ \hline 6 \end{array}$ → sebanding
 Baju 1 = $\begin{array}{r} 12 \\ - 4 \\ \hline 8 \end{array}$ $\begin{array}{r} 9 \\ - 3 \\ \hline 6 \end{array}$ → sebanding
 Baju 3 = $\begin{array}{r} 12 \\ - 4 \\ \hline 8 \end{array}$ $\begin{array}{r} 7 \\ - 3 \\ \hline 4 \end{array}$ Tidak sebanding
 Baju 4 = $\begin{array}{r} 8 \\ - 4 \\ \hline 4 \end{array}$ $\begin{array}{r} 6 \\ - 3 \\ \hline 3 \end{array}$ → sebanding

Peneliti: bagaimana kamu bisa menyimpulkan bahwa ukuran *frame* baju tersebut sebanding dengan gambar?

S7: saya tidak berpatokan pada hasil yang sama kak tapi saya berpatokan pada nilai dari sisi-sisi gambar baju.

Gambar 7. Lembar Kerja dan Wawancara Diagnostik Subjek S7

Proses Matematis Siswa Menggunakan Konsep Perkalian dengan Skala Perbandingan Melalui Penjelasan Verbal

Subjek S8 memahami konteks dan membangun asumsi bahwa kualitas gambar akan dipengaruhi oleh ukuran *frame* baju. Konsep yang digunakan oleh subjek S8 pada gambar 8 sama dengan solusi masalah gambar 4 yang menggunakan konsep perkalian dengan skala perbandingan. Namun dalam prosesnya menggunakan kalimat verbal untuk menjelaskan proses pada lembar kerjanya.

Pada soal diatas seorang desainer bisa menggunakan 3 baju dengan frame yg berbeda sekaligus

Misalnya pada gambar 1 atau baju dewasa terdapat panjang baju 16 cm dan lebar 12 cm untuk lebarnya gambar baju itu bisa atau dapat digunakan desainer itu karena $4 \text{ cm} \times 4 \text{ cm} = 16$ kemudian $3 \text{ cm} \times 4 \text{ cm} = 12$ cm pada gambar ke 2 atau baju remaja bisa juga digunakan desainer itu karena $4 \text{ cm} \times 4 \text{ cm} = 16$ cm kemudian $3 \text{ cm} \times 4 \text{ cm} = 12$ cm pada gambar ke 2 atau baju remaja bisa juga digunakan dengan metode yg sama dan menggunakan perkalian 3. misalnya sesuai sesuai rumusnya yaitu $12 \times 3 = 4 \text{ cm}$, $9 \text{ cm} \times 3 = 3 \text{ cm}$. untuk baju kerucutnya atau baju wanita kita bisa pake metode sebelumnya dengan perkalian 2 yaitu: $8 \times 2 = 4 \text{ cm}$, $6 \times 2 = 3 \text{ cm}$ Baju yg tidak bisa desainer itu pakai hanya pada gambar baju ke 3 yaitu baju anak-anak karena tidak bisa dipertalikan

Peneliti: setelah memahami situasinya, langkah apa yang kamu lakukan apa selanjutnya?

S8: saya mulai menghitung, misalnya untuk baju dewasa berukuran $16 \text{ cm} \times 12 \text{ cm}$ jadi saya mengalikan $4 \text{ cm} \times 4 \text{ cm} = 16 \text{ cm}$, $3 \text{ cm} \times 4 \text{ cm} = 12 \text{ cm}$. Ini menunjukkan bahwa ukuran panjang dan lebar frame diperoleh setelah panjang dan lebar gambar masing-masing dikali dengan empat. Kemudian saya cari angka yang lain untuk mendapatkan frame baju lainnya.

Gambar 8. Lembar Kerja dan Wawancara Diagnostik Subjek S8

Pembahasan

Lembar kerja dan hasil wawancara diagnostik subjek yang terdiri dari delapan kelompok di atas menunjukkan bahwa terdapat berbagai strategi yang digunakan dalam menyelesaikan masalah pada konteks yang disajikan (*real situation*), dengan asumsi-asumsi internal (mental) yang direpresentasikan secara eksternal. Proses mental yang ditunjukkan oleh subjek S6 memahami bahwa gambar dan *frame* dinyatakan berbanding senilai jika memiliki skala perbandingan sisi panjang dan lebar yang bersesuaian sama (*real world model*). Ini menunjukkan bentuk representasi internal yang cukup kuat meskipun tidak memberikan penjelasan tertulis atau langkah-langkah yang digunakan untuk menyelesaikan masalah pada lembar kerjanya (*mathematical model – mathematical result*). Terdapat juga beberapa representasi eksternal yang ditemukan. Pertama, representasi verbal (gambar 1, 2, 3, 4, dan 8) yang menjelaskan atau mendeskripsikan dalam kalimat lisan maupun tertulis mengenai tahapan kerjanya. Kedua, berupa representasi numerik (gambar 2, 3, 4, 5, dan 7) dengan menuliskan dalam bentuk perkalian silang, perkalian dengan skala, pola pengurangan berulang, dan penjumlahan dalam menyelesaikan masalah. Ketiga, representasi berupa simbol (gambar 1, 2, dan 5) yang memaknai p adalah panjang sisi sedangkan l adalah lebar sisi. Keempat, representasi visual (gambar 2) yang menggambarkan kembali *frame* baju agar memudahkan subjek dalam membandingkan skala sisi antara ukuran gambar dengan masing-masing ukuran *frame* baju yang bersesuaian.

Proses matematika siswa menunjukkan pemahaman terhadap konteks masalah (*real situation*) yang direpresentasikan melalui bentuk-bentuk representasi sebagai wujud model yang lebih terstruktur dan sederhana (*real world model*). Blum, W. & Leiss menjelaskan

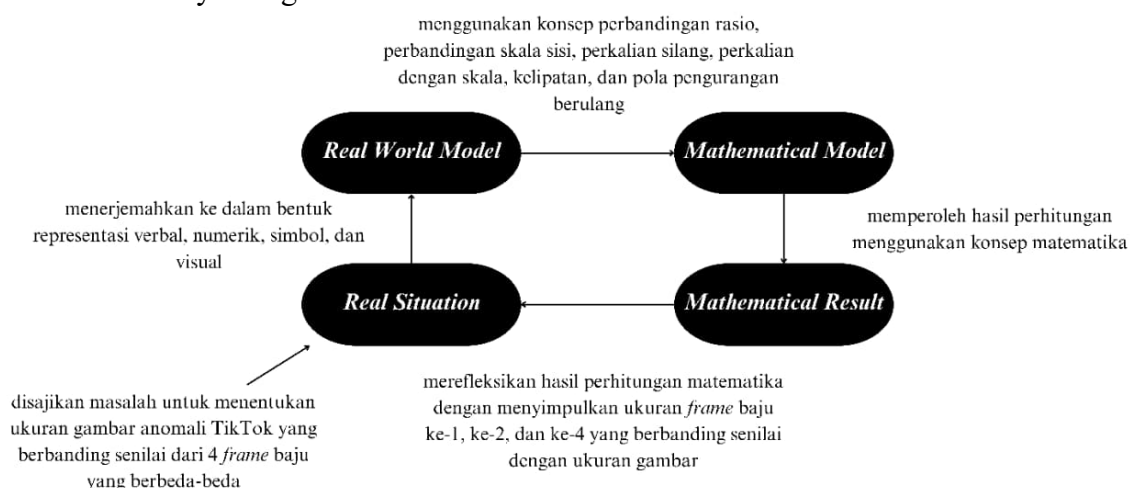
bahwa *real world model* merupakan proses dimana individu menyederhanakan situasi dengan mengorganisasikan masalah, membuat asumsi, dan melakukan idealisasi yang disadari, umumnya dibangun secara internal (sama seperti yang ditunjukkan oleh subjek S6) dan direpresentasikan secara eksternal (Dede, 2019; Ferri, 2006). Mainali (2021) juga menjelaskan penggunaan berbagai bentuk representasi dapat meningkatkan proses matematika. Goldin (2020) dan Mainali (2021) lebih lanjut mengemukakan bahwa representasi internal adalah aktivitas mental berupa gambaran yang diciptakan dalam pikiran atas objek dan proses matematika, sedangkan representasi eksternal merupakan produk fisik hasil konstruksi nyata (*real world model*) yang dapat dikomunikasikan berupa gambar, sketsa geometri, maupun persamaan. Mainali (2021) mengklasifikasikan bentuk-bentuk representasi ke dalam empat kategori, yaitu visual (meliputi gambar, figural, dan diagram), numerik (gagasan dalam bentuk angka), sombil (aljabar dan rumus), serta verbal (ungkapan bahasa atau teks). Ragam bentuk representasi tersebut berfungsi sebagai jembatan antara informasi kontekstual dari situasi nyata dengan konsep-konsep matematika yang lebih abstrak.

Verschaffel dkk. (2020) menegaskan bahwa siswa dalam proses matematika tidak hanya memanfaatkan pemahaman konseptual, tetapi melibatkan kemampuan representasi sebagai mekanisme dalam membangun model matematika. Penelitian ini menemukan adanya proses matematisasi yang menghasilkan berbagai bentuk produk representasi dan berhasil menghubungkannya dengan konsep matematika. Siswa dapat mengungkapkan pemahamannya dalam asumsi verbal secara lisan maupun tulisan (lebih ditunjukkan oleh S1, S2, S3, S4, S6, dan S8), untuk menjelaskan strategi matematis dalam menentukan ukuran *frame* baju yang berbanding senilai dengan gambar Anomali TikTok (ditunjukkan oleh S2). Asumsi tersebut dibangun ke dalam bentuk visual berupa gambar dan *frame* lengkap dengan ukurannya guna memudahkan pemahaman hubungan geometris antar sisi yang bersesuaian. Siswa yang berhasil memahami hubungan sisi-sisi yang bersesuaian kemudian mengembangkan representasi numerik melalui operasi hitung dan identifikasi pola kuantitatif (lebih ditunjukkan oleh S2, S4, dan S5) yang selanjutnya diekspresikan secara simbolik dalam bentuk persamaan (lebih ditunjukkan oleh S1, S3, dan S7) sebagai inti dari model matematika. Dalam representasi simbolik dan numerik ini, siswa berhasil menunjukkan penggunaan konsep matematika (perbandingan rasio, perbandingan skala sisi, perkalian silang, perkalian dengan skala, kelipatan, dan pola pengurangan berulang). Mengikuti prinsip operasi hitung yang benar, siswa dapat menemukan solusi matematika yang beragam dan tepat.

Instrumen yang memuat masalah *open-ended* menggunakan konteks populer TikTok pada penelitian ini berhasil memunculkan berbagai macam metode atau cara menemukan solusi yang melibatkan konsep matematika. Lembar kerja dari delapan subjek menunjukkan adanya penggunaan konsep matematika dalam menyelesaikan masalah, yaitu perbandingan rasio (gambar 1), perbandingan skala sisi (gambar 2), perkalian silang (gambar 3), perkalian dengan skala perbandingan (gambar 4 dan 8), kelipatan (Gambar 5), dan pola pengurangan berulang (gambar 7). Ini sejalan dengan penelitian Utami dkk. (2020) yang menyatakan bahwa pendekatan *open-ended* merupakan suatu pendekatan dalam pembelajaran menggunakan situasi masalah yang memungkinkan solusi diperoleh dengan berbagai cara. Untuk mendapatkan solusi, siswa menyadari bahwa meskipun cara pengerjaan yang dihasilkan sederhana untuk mendapatkan solusi, hal tersebut mampu membentuk sebuah representasi yang dapat dikaitkan dengan berbagai konsep matematika. Proses ini dapat menghubungkan

antara *real world model* dengan *mathematical model*, sehingga penggunaan model tersebut dapat membantu siswa menyelesaikan masalah karena sesuai dengan pengetahuan dan proses kognitif masing-masing siswa.

Berdasarkan proses tersebut, dapat diketahui bahwa dalam memecahkan masalah, siswa berawal dari memahami konteks masalah (*real situation*). Kemudian membangun asumsi dan memodelkan dalam berbagai bentuk representasi (*real world model*) yang menghubungkan pemahaman siswa terhadap konteks dengan konsep-konsep matematika (*mathematical model*) untuk menemukan solusi (*mathematical result*). Temuan proses matematika pada penelitian ini diilustrasikan dalam model siklik berikut (gambar 9) mengikuti pola model siklik oleh Kaiser (2004). Kaiser (2004) lebih lanjut menjelaskan bahwa *mathematical modelling* menggambarkan proses berkesinambungan yang menghubungkan dunia nyata dengan matematika. Proses pemodelan matematika diawali dari *real situation* yang mengandung permasalahan kontekstual yang perlu dipahami dan disederhanakan. Dari situ, peserta didik membangun *real world model* sebagai representasi konseptual terhadap struktur esensial masalah secara sistematis. Model tersebut kemudian ditransformasikan menjadi *mathematical model*, yakni bentuk formal berupa simbol, persamaan, atau rumus yang memungkinkan analisis dan keterlibatan konsep matematika dalam penyelesaian. Proses ini menghasilkan *mathematical result* yang selanjutnya diinterpretasikan dan direfleksikan kembali untuk menilai kesesuaiannya dengan konteks awal.



Gambar 9. Proses Matematis Siswa dalam *Mathematical modelling*

Berdasarkan gambar 9 di atas, proses matematis siswa yang dijelaskan dalam *mathematical modelling* secara siklik dapat memberikan pengetahuan bahwa siswa memahami masalah dalam situasi nyata (*real situation*), yaitu menentukan ukuran *frame* baju yang berbanding senilai dengan ukuran gambar Anomali TikTok. Dari pemahaman tersebut, siswa membangun asumsi dan menerjemahkan informasi ke dalam bentuk representasi verbal, numerik, simbol, dan visual (*real world model*). Bentuk-bentuk tersebut diasosiasikan dengan konsep-konsep matematika, yaitu perbandingan rasio, perbandingan skala sisi, perkalian silang, perkalian dengan skala, kelipatan, dan pola pengurangan berulang (*mathematical model*). Proses matematisasi tersebut memperlihatkan beberapa solusi dalam bentuk verbal dan numerik yang berhasil menentukan *frame* baju mana yang ukurannya berbanding senilai dengan ukuran gambar (*mathematical result*). Ini sejalan dengan argumen Dede (2019) yang

menjelaskan ulang proses *mathematical modelling* menurut Blum, W. & Leiss. Dede (2019) menjelaskan bahwa proses *mathematical modelling* dimulai dari memahami masalah nyata (*real situation*), menyederhanakannya dengan model asumsi (*real world model*), membangun dan menyelesaikan model matematika (*mathematical model*), hingga menafsirkan, memvalidasi, dan memastikan kesesuaian hasil yang diperoleh dengan situasi nyata (*mathematical result*).

Proses matematis siswa sangat beragam dalam menyelesaikan masalah matematika kontekstual *open-ended* berbasis konteks populer. Konteks populer yang dimaksud dalam penelitian ini adalah Anomali TikTok (Jain & Arakkal, 2022). Di tahun 2020 aplikasi TikTok menjadi budaya populer baru di Indonesia, sebanyak 64,8% penduduk Indonesia sudah menggunakan internet dan 160 juta jiwa diantaranya merupakan pengguna sosial media (termasuk TikTok) (Puspitasari, 2021). TikTok sebagai *platform microlearning* menyediakan pendekatan pembelajaran alternatif yang mampu menyederhanakan konsep-konsep abstrak matematika melalui visualisasi dan penjelasan singkat. Oleh karena itu, aplikasi TikTok sebagai media populer dapat mendukung pembelajaran matematika kontekstual *open-ended* dengan membantu siswa dalam memahami konsep abstrak melalui visualisasi dan penjelasan singkat sehingga meningkatkan proses matematis pada siswa. Hal ini sejalan dengan Clarke & Roche (2018) yang menyatakan bahwa materi pembelajaran yang dihubungkan dengan penggunaan konteks yang dekat dengan kehidupan siswa dapat membuat pembelajaran lebih bermakna karena terkait dengan realitas hidup mereka.

Penelitian ini terbatas pada deskripsi proses matematika siswa secara siklik dalam menyelesaikan masalah pada konteks populer TokTok. Selain itu, untuk menjelaskan proses matematika yang lebih kompleks, lembar kerja yang dianalisis terbatas pada hasil kerja siswa yang berhasil memperoleh solusi masalah. Maka dari itu, peneliti merekomendasikan riset lanjutan dengan menganalisis lembar kerja siswa yang belum berhasil menemukan solusi untuk memetakan miskonsepsi siswa. Riset ini juga dapat dilanjutkan dengan mengontrol peran konteks populer dalam pembelajaran matematika dan membandingkannya dengan penggunaan konteks non populer. Selain itu, peneliti berikutnya juga dapat melakukan kajian untuk menyusun *hypothetical learning trajectory* yang menggunakan konteks populer sebagai *starting point* serta melihat tingkat keberhasilan penggunaannya melalui studi komparatif. Peneliti juga merekomendasikan kepada guru untuk menggunakan konteks populer dalam menerapkan pembelajaran kontekstual, mendorong penggunaan berbagai bentuk representasi (verbal, visual, numerik, simbolik), serta memberikan scaffolding dengan pertanyaan-pertanyaan reflektif. Selain itu, diskusi dan kolaborasi antar siswa juga perlu difasilitasi agar mereka terlatih dalam mengomunikasikan ide matematika. Pembelajaran juga perlu menekankan kemungkinan penggunaan lebih dari satu konsep matematika dalam satu permasalahan, sehingga siswa terbiasa berpikir fleksibel dan mengintegrasikan berbagai konsep untuk menemukan solusi yang lebih komprehensif.

Simpulan

Penelitian ini memunculkan berbagai proses matematis siswa secara siklik dengan menggunakan masalah *open-ended* pada konteks populer. Setelah mendiskusikan hasil dengan berbagai tinjauan teoritis, ditemukan bahwa siswa mengalami proses matematika yang variatif saat menyelesaikan masalah *open-ended* menggunakan konteks Anomali TikTok, khususnya

dalam menghitung perbandingan senilai antara ukuran gambar dengan ukuran setiap *frame* baju yang disajikan. Subjek kemudian membangun asumsi melalui informasi yang disederhanakan ke dalam bentuk *real world model* menggunakan representasi verbal, simbol, numerik, dan visual. Representasi tersebut dimatematisasikan menjadi *mathematical model* yang menghubungkan beberapa konsep matematika, meliputi konsep perbandingan rasio, perbandingan skala sisi, perkalian silang, perkalian dengan skala, kelipatan, dan pola pengurangan berulang. Proses matematisasi tersebut menyatakan bahwa ukuran baju ke-1 (dewasa), ke-2 (remaja), dan ke-4 (balita) berbanding senilai dengan ukuran gambar, sedangkan ukuran *frame* baju ke-3 (anak-anak) tidak berbanding senilai dengan ukuran gambar. Hasil tersebut direpresentasikan kembali ke situasi nyata dengan keputusan yang benar. Masalah *open-ended* berbasis konteks populer TikTok dalam penelitian ini berhasil menstimulasi ragam proses matematika siswa.

Popularitas TikTok diinterpretasikan sebagai bentuk budaya digital yang dekat dengan kehidupan siswa dan memiliki potensi pedagogis. Tidak hanya menarik perhatian karena kedekatannya dengan dunia keseharian siswa, tetapi TikTok juga dapat mengaktifkan proses berpikir matematis yang lebih bermakna untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kreatif dan reflektif dalam pemecahan masalah.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sembilanbelas November Kolaka yang telah memberikan dukungan pelaksanaan penelitian ini melalui program SIM-B tahun 2025.

Daftar Pustaka

- Aisyah, A., & Juandi, D. (2022). The description of Indonesian student mathematics literacy in the last decade. *International Journal of Trends in Mathematics Education Research*, 5(1), 105–110. <https://doi.org/10.33122/ijtmer.v5i1.114>
- Bayarcal, G. C., & Tan, D. A. (2023). Students' achievement and problem-solving skills in mathematics through open-ended approach. *American Journal of Educational Research*, 11(4), 183–190. <https://doi.org/10.12691/education-11-4-2>
- Cirneanu, A.-L., & Moldoveanu, C.-E. (2024). Use of digital technology in integrated mathematics education. *Applied System Innovation*, 7(4), 66. <https://doi.org/10.3390/asi7040066>
- Clarke, D., & Roche, A. (2018). Using contextualized tasks to engage students in meaningful and worthwhile mathematics learning. *The Journal of Mathematical Behavior*, 51, 95–108. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2017.11.006>
- Dede, A. T. (2019). Arguments constructed within the mathematical modelling cycle. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 50(2), 292–314. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2018.1501825>
- Ferri, R. B. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *ZDM*, 38(2), 86–95. <https://doi.org/10.1007/BF02655883>
- Goldin, G. A. (2020). Mathematical representations. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education* (2nd ed., pp. 566–572). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_103
- Hamidy, A., & Jailani, J. (2019). Kemampuan proses matematis siswa Kalimantan Timur dalam menyelesaikan soal matematika model PISA. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 6(2), 133–149. <https://doi.org/10.21831/jrpm.v6i2.26679>

- Huberman, A. M., & Miles, M. B. (1983). Drawing valid meaning from qualitative data: Some techniques of data reduction and display. *Quality & Quantity*, 17(4), 281. <https://doi.org/10.1007/BF00167541>
- Jain, P., & Arakkal, J. (2022). Perceived popularity of TikTok among gen-z. *CARDIOMETRY*, 24, 896–902. <https://doi.org/10.18137/cardiometry.2022.24.896902>
- Kaiser, G. (2004). *Mathematical modelling in school-examples and experiences* (pp. 99–108). https://www.researchgate.net/publication/228344342_Mathematical_modelling_in_school-examples_and_experiences
- Lanya, H. (2016). Pemahaman konsep perbandingan siswa smp berkemampuan matematika rendah. *SIGMA: Kajian Ilmu Pendidikan Matematika*, 2(1), 19–22. <https://doi.org/10.53712/sigma.v2i1.72>
- Mainali, B. (2021). Representation in teaching and learning mathematics. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)*, 9(1), 1–21. <https://doi.org/10.46328/ijemst.1111>
- Mert Uyangör, S. (2019). Investigation of the mathematical thinking processes of students in mathematics education supported with graph theory. *Universal Journal of Educational Research*, 7(1), 1–9. <https://doi.org/10.13189/ujer.2019.070101>
- Nahdi, D. S. (2019). Keterampilan matematika di abad 21. *Jurnal Cakrawala Pendas*, 5(2), 133–140. <https://doi.org/10.31949/jcp.v5i2.1386>
- Nieminen, J. H., Chan, M. C. E., & Clarke, D. (2022). What affordances do open-ended real-life tasks offer for sharing student agency in collaborative problem-solving? *Educational Studies in Mathematics*, 109(1), 115–136. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10074-9>
- Nilamsari, N., & Astutik, E. P. (2021). Proses berpikir siswa dalam memecahkan masalah matematika materi SPLDV ditinjau dari gaya kognitif field dependent. *FIBONACCI: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Matematika*, 7(1), 37. <https://doi.org/10.24853/fbc.7.1.37-44>
- Nilimaa, J. (2023). New examination approach for real-world creativity and problem-solving skills in mathematics. *Trends in Higher Education*, 2(3), 477–495. <https://doi.org/10.3390/higheredu2030028>
- Nurutami, A., Riyadi, R., & Subanti, S. (2018). The analysis of students mathematical literacy based on mathematical ability. *Proceedings of the Mathematics, Informatics, Science, and Education International Conference (MISEIC 2018)*, 162–166. <https://doi.org/10.2991/miseic-18.2018.40>
- OECD. (2023). *Results (volume I): The state of learning and equity in education*. OECD Publications: Paris, France. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Purnamasari, I., Siringoringo, M., Wahyuningsih, S., Hayati, M. N., Suyitno, S., Goejantoro, R., & Prangga, S. (2023). Pelatihan penggunaan fungsi hitung dasar dan logika matematika statistika untuk penyelesaian TIU. *Jurnal Kreativitas Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM)*, 6(1), 363–370. <https://doi.org/10.33024/jkpm.v6i1.8423>
- Puspitasari, A. C. D. D. (2021). Aplikasi Tiktok Sebagai Media Pembelajaran Jarak Jauh Pada Mahasiswa Universitas Indraprasta PGRI. *Jurnal Educatio FKIP UNMA*, 7(3), 1127–1134. <https://doi.org/10.31949/educatio.v7i3.1317>
- Rochma, N. A., Suwanti, V., & Pranyata, Y. I. P. (2023). Analisis kemampuan pemahaman konsep siswa dalam menyelesaikan masalah perbandingan berdasarkan teori pirie-kieren. *JMPM: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 8(2), 100–113. <https://doi.org/10.26594/jmpm.v8i2.3889>
- Roorda, G., de Vries, S., & Smale-Jacobse, A. E. (2024). Using lesson study to help mathematics teachers enhance students' problem-solving skills with teaching through problem solving. *Frontiers in Education*, 9. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1331674>

- Tito, A. S. A. P., Dedi Muhtadi, & Sukirwan. (2024). Kemampuan literasi numerasi siswa dalam menyelesaikan masalah perbandingan senilai. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Matematika: PowerMathEdu*, 3(1), 127–136. <https://doi.org/10.31980/pme.v3i1.1721>
- Utami, R. W., Endaryono, B. T., & Djuhartono, T. (2020). Meningkatkan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa melalui pendekatan open-ended. *Faktor: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 7(1), 43–48. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.30998/fjik.v7i1.5328>
- Verschaffel, L., Schukajlow, S., Star, J., & Van Dooren, W. (2020). Word problems in mathematics education: A survey. *Zdm*, 52, 1–16. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01130-4>