

Analisis Proses Berpikir Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah Geometri Ruang Berdasarkan Taksonomi Solo

Irma Ayuwanti^{1✉}, Nina Ikhwati Wahidah², Astri Setyawati³

^{1,2} Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Nahdlatul Ulama Lampung,
Jl. Raya Lintas Pantai Tiur, Kec. Purbolinggo, Kab. Lampung Timur, Prov. Lampung, Indonesia
irmaayuwanti@gmail.com

Abstract

Spatial geometry is one of the fundamental topics in mathematics education; however, many prospective mathematics teachers still experience difficulties in connecting geometric concepts when solving spatial geometry problems. Therefore, this study aimed to describe students' thinking processes in solving spatial geometry problems based on the SOLO Taxonomy. This study employed a qualitative descriptive research design involving eight Mathematics Education students at the Mathematics Education Study Program, Faculty of Teacher Training and Education, Universitas Nahdlatul Ulama Lampung, selected through purposive sampling. The research instrument consisted of five open-ended spatial geometry problems that had been validated by experts and pilot-tested before implementation. Data were collected through written tests and analyzed using the interactive analysis model of Miles, Huberman, and Saldaña, which includes data condensation, data display, and conclusion drawing and verification. The findings revealed that five students (62.5%) were classified at the Multistructural level and three students (37.5%) at the Relational level. Students at the Multistructural level were able to apply several concepts but were unable to integrate them logically, whereas students at the Relational level successfully connected various concepts but had not yet demonstrated the ability to generalize. The study concludes that the thinking processes of prospective mathematics teachers are predominantly at the Multistructural level. Therefore, spatial geometry instruction should be designed to facilitate students in connecting and integrating mathematical concepts in order to promote higher-order thinking as described in the SOLO Taxonomy.

Keywords: Thinking Process, Spatial Geometry, SOLO Taxonomy, University Students Problem Solving.

Abstrak

Geometri ruang merupakan salah satu materi penting dalam pendidikan matematika, namun banyak calon guru matematika masih mengalami kesulitan dalam menghubungkan konsep-konsep geometri ketika menyelesaikan masalah geometri ruang. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan proses berpikir mahasiswa dalam menyelesaikan masalah geometri ruang berdasarkan Taksonomi SOLO. Penelitian ini menggunakan desain penelitian deskriptif kualitatif dengan melibatkan delapan mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Nahdlatul Ulama Lampung yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling. Instrumen penelitian berupa lima soal uraian geometri ruang yang telah divalidasi oleh ahli dan diuji coba sebelum digunakan. Data dikumpulkan melalui tes tertulis dan dianalisis menggunakan model analisis interaktif Miles, Huberman, dan Saldaña yang meliputi kondensasi data, penyajian data, serta penarikan dan verifikasi kesimpulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lima mahasiswa (62,5%) berada pada level Multistructural dan tiga mahasiswa (37,5%) berada pada level Relational. Mahasiswa pada level Multistructural mampu menggunakan beberapa konsep, tetapi belum mampu menghubungkannya secara logis, sedangkan mahasiswa pada level Relational telah mampu mengintegrasikan berbagai konsep, namun belum dapat melakukan generalisasi. Penelitian ini menyimpulkan bahwa proses berpikir mahasiswa calon guru matematika dalam menyelesaikan masalah geometri ruang masih didominasi oleh level Multistructural. Oleh karena itu, pembelajaran geometri ruang perlu dirancang untuk memfasilitasi mahasiswa dalam menghubungkan dan mengintegrasikan berbagai konsep matematika sehingga mampu mencapai tingkat berpikir yang lebih tinggi sesuai dengan Taksonomi SOLO.

Kata kunci: Proses Berpikir, Geometri Ruang, Taksonomi SOLO, Mahasiswa, Pemecahan Masalah

Copyright (c) 2026 Irma Ayuwanti, Nina Ikhwati Wahidah, Astri Setyawati

✉ Corresponding author: Irma Ayuwanti

Email Address: irmaayuwanti@gmail.com (Jl. Raya Lintas Pantai Tiur, Kec. Purbolinggo, Lampung Timur)

Received 24 July 2026, Accepted 06 August 2026, Published 23 September 2026

DoI: <https://doi.org/10.31004/cendekia.v10i3.5433>

PENDAHULUAN

Geometri ruang merupakan salah satu materi fundamental dalam pendidikan matematika karena berperan penting dalam mengembangkan kemampuan visualisasi spasial, penalaran geometri, dan kemampuan pemecahan masalah matematis yang menjadi kompetensi esensial bagi calon guru matematika. Penguasaan geometri ruang tidak hanya berkaitan dengan kemampuan memahami hubungan antarobjek tiga dimensi, tetapi juga mencakup kemampuan membangun representasi, menghubungkan sifat-sifat geometri, serta menyusun argumen matematis secara logis. Keberhasilan dalam menyelesaikan masalah geometri ruang sangat dipengaruhi oleh kemampuan visualisasi spasial, rotasi mental, dan penalaran berbasis sifat sebagai komponen utama penalaran geometri (Fujita et al., 2022). Oleh karena itu, penguasaan geometri ruang tidak cukup dinilai hanya berdasarkan ketepatan jawaban akhir, tetapi juga perlu dikaji melalui proses berpikir yang digunakan mahasiswa dalam membangun dan menghubungkan konsep-konsep geometri selama menyelesaikan masalah.

Meskipun geometri ruang memiliki peran yang sangat penting dalam pendidikan matematika, berbagai penelitian menunjukkan bahwa materi ini masih menjadi salah satu topik yang paling sulit dipahami mahasiswa, terutama dalam menyelesaikan masalah yang menuntut kemampuan visualisasi dan penalaran spasial. Mahasiswa masih mengalami kesulitan dalam merepresentasikan objek tiga dimensi, membangun struktur spasial, serta melakukan pengukuran secara tepat (Sudirman et al., 2023). Temuan tersebut diperkuat oleh (Türkoğlu & Yalçınalp, 2024), yang menunjukkan bahwa keberhasilan dalam menyelesaikan masalah geometri tidak hanya bergantung pada penguasaan konsep, tetapi juga pada kemampuan memahami permasalahan, menyusun strategi penyelesaian, serta menghubungkan berbagai informasi selama proses penyelesaian. Sejalan dengan itu, penalaran spasial merupakan komponen penting dalam membangun keterkaitan antarkonsep ketika menyelesaikan masalah geometri (Pradana & Sholikhah, 2023). Secara keseluruhan, berbagai hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kesulitan mahasiswa tidak hanya tercermin pada ketepatan jawaban akhir, tetapi juga pada proses berpikir yang digunakan dalam memahami, menghubungkan, dan menerapkan konsep-konsep geometri selama proses pemecahan masalah.

Analisis terhadap proses berpikir menjadi penting karena memberikan gambaran mengenai bagaimana mahasiswa memahami permasalahan, memilih konsep yang relevan, menghubungkan berbagai ide matematika, serta menyusun strategi penyelesaian secara logis. Informasi tersebut memungkinkan dosen tidak hanya menilai tingkat penguasaan materi, tetapi juga mengidentifikasi karakteristik penalaran mahasiswa dalam menyelesaikan masalah geometri ruang. Keberhasilan dalam menyelesaikan masalah geometri tiga dimensi dipengaruhi oleh kemampuan mengintegrasikan visualisasi spasial, rotasi mental, dan penalaran berbasis sifat (Fujita et al., 2022). Oleh sebab itu, analisis proses berpikir memberikan informasi yang lebih komprehensif dibandingkan penilaian yang hanya berfokus pada ketepatan jawaban akhir, karena mampu mengungkap bagaimana mahasiswa membangun, menghubungkan, dan menerapkan konsep-konsep geometri selama proses penyelesaian masalah.

Taksonomi SOLO (Structure of the Observed Learning Outcome) yang dikembangkan oleh Biggs dan Collis (1982) merupakan suatu kerangka yang digunakan untuk menganalisis kualitas struktur pemahaman berdasarkan kompleksitas hubungan antarkonsep yang terbentuk selama proses berpikir (Adeniji et al., 2022). Seiring dengan perkembangannya, Taksonomi SOLO tidak lagi hanya digunakan untuk mengklasifikasikan kualitas respons mahasiswa, tetapi juga dimanfaatkan dalam menganalisis kemampuan pemecahan masalah, mengembangkan instrumen asesmen, serta mengevaluasi perkembangan kemampuan berpikir matematis.

Berbagai penelitian dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan bahwa Taksonomi SOLO telah banyak dimanfaatkan dalam penelitian pendidikan matematika untuk menganalisis kualitas pemahaman dan kemampuan berpikir matematis. Instrumen asesmen matematika berbasis Taksonomi SOLO yang mampu mengidentifikasi kualitas pemahaman mahasiswa secara lebih komprehensif dikembangkan oleh (Yuanita et al., 2023). Penggunaan Taksonomi SOLO dalam penelitian ini juga diperkuat oleh (Kaharuddin & Hajeniati, 2020) yang menyatakan bahwa Taksonomi SOLO dapat digunakan untuk mengidentifikasi variasi kualitas respons peserta didik berdasarkan tingkat kompleksitas pemahamannya. Taksonomi SOLO efektif digunakan untuk menganalisis karakteristik respons serta struktur kemampuan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah matematika (Luswisandari et al., 2024; Widayanti, 2024). Selain itu, Taksonomi SOLO mampu mengidentifikasi perkembangan kemampuan penalaran deduktif calon guru matematika melalui analisis pembuktian geometri (Gagani, 2023). Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa Taksonomi SOLO telah berkembang menjadi salah satu kerangka yang banyak digunakan untuk menganalisis kualitas proses berpikir dan pemahaman matematis pada berbagai konteks pembelajaran.

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian terdahulu masih berfokus pada siswa sekolah dasar dan menengah atau hanya mengkaji kualitas respons dalam pembelajaran matematika secara umum. Penelitian mengenai penerapan Taksonomi SOLO pada calon guru matematika, khususnya dalam menyelesaikan masalah geometri ruang, masih sangat terbatas. Selain itu, penelitian sebelumnya umumnya hanya mengelompokkan kemampuan mahasiswa berdasarkan level Taksonomi SOLO tanpa menguraikan secara rinci tahapan proses berpikir yang mendasari pencapaian setiap level tersebut. Oleh karena itu, kebaruan penelitian ini terletak pada analisis proses berpikir calon guru matematika dalam menyelesaikan masalah geometri ruang melalui lima indikator proses berpikir yang disusun secara berurutan, yaitu mengidentifikasi informasi, menggunakan satu konsep, menggunakan beberapa konsep, menghubungkan konsep, dan melakukan generalisasi. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya mengidentifikasi level Taksonomi SOLO yang dicapai mahasiswa, tetapi juga memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai bagaimana mahasiswa membangun dan mengintegrasikan konsep-konsep geometri selama proses pemecahan masalah.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan proses berpikir mahasiswa Pendidikan Matematika dalam menyelesaikan masalah geometri ruang berdasarkan Taksonomi SOLO. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran empiris mengenai

karakteristik proses berpikir mahasiswa pada setiap level Taksonomi SOLO serta menjadi dasar dalam pengembangan strategi pembelajaran geometri yang lebih efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir matematis calon guru matematika.

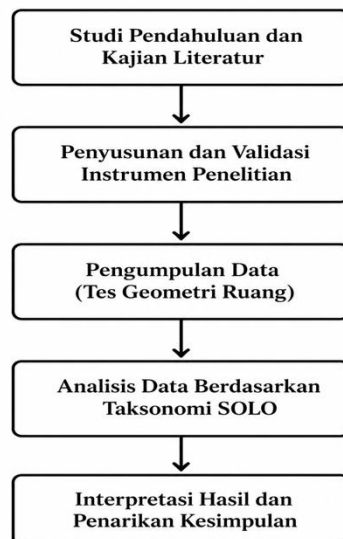
METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif untuk menganalisis proses berpikir mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika dalam menyelesaikan masalah geometri ruang berdasarkan Taksonomi SOLO. Pendekatan kualitatif dipilih karena penelitian ini berfokus pada upaya mengeksplorasi bagaimana mahasiswa memahami permasalahan, memilih dan menghubungkan konsep-konsep matematika, serta menyusun strategi penyelesaian masalah, bukan untuk mengukur hasil belajar secara kuantitatif (Campbell et al., 2014; Creswell, 2013).

Partisipan penelitian terdiri atas delapan mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling. Kriteria pemilihan partisipan meliputi: (1) telah menempuh mata kuliah Geometri Ruang, (2) bersedia menjadi partisipan penelitian secara sukarela, dan (3) mengikuti seluruh rangkaian kegiatan penelitian. Teknik purposive sampling digunakan untuk memperoleh partisipan yang mampu memberikan informasi secara mendalam mengenai proses berpikir yang menjadi fokus penelitian (S. Campbell et al., 2020).

Instrumen penelitian berupa lima soal uraian geometri ruang yang dirancang untuk mengungkap proses berpikir mahasiswa dalam menyelesaikan masalah. Soal-soal tersebut disusun berdasarkan capaian pembelajaran mata kuliah Geometri Ruang serta karakteristik setiap level Taksonomi SOLO yang dikemukakan oleh Biggs dan Collis (1982). Karakteristik tersebut dioperasionalkan ke dalam lima indikator proses berpikir yang dapat diamati, yaitu: (1) mengidentifikasi informasi, (2) menggunakan satu konsep, (3) menggunakan beberapa konsep, (4) menghubungkan konsep, dan (5) melakukan generalisasi. Sebelum digunakan dalam pengumpulan data, instrumen divalidasi oleh dua ahli Pendidikan Matematika yang menilai kesesuaian isi, konstruksi butir soal, kejelasan bahasa, serta kesesuaian instrumen dalam mengukur proses berpikir mahasiswa. Validasi isi dilakukan untuk memastikan bahwa instrumen telah merepresentasikan konstruk yang hendak diukur (Yusoff, 2019). Selanjutnya, instrumen direvisi berdasarkan masukan para validator dan diujicobakan kepada mahasiswa yang telah menempuh mata kuliah Geometri Ruang untuk memastikan kejelasan dan kelayakan instrumen (Anggara & Abdillah, 2023; Devellis, 2017).

Penelitian ini dilakukan melalui lima tahapan utama, yaitu studi pendahuluan dan kajian literatur, penyusunan serta validasi instrumen, pengumpulan data melalui tes penyelesaian masalah geometri ruang, analisis data berdasarkan indikator Taksonomi SOLO, serta interpretasi hasil dan penarikan kesimpulan. Setiap tahapan dilakukan secara sistematis untuk memperoleh gambaran mengenai proses berpikir mahasiswa dalam menyelesaikan masalah geometri ruang. Alur pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada bagan alur berikut.



Gambar 1. Bagan Alur Penelitian

Sebelum digunakan dalam penelitian, instrumen berupa soal geometri ruang terlebih dahulu divalidasi oleh dua validator ahli Pendidikan Matematika. Validasi dilakukan terhadap aspek kesesuaian isi, konstruksi soal, kejelasan bahasa, dan kesesuaian instrumen dengan indikator Taksonomi SOLO.

Hasil validasi menunjukkan bahwa instrumen memperoleh skor rata-rata 4,50 dari skor maksimal 5,00 dengan kategori sangat valid. Validator 1 memberikan skor rata-rata 4,60, sedangkan Validator 2 memberikan skor rata-rata 4,40. Berdasarkan hasil penilaian tersebut, instrumen dinyatakan layak digunakan dalam penelitian. Adapun beberapa masukan dari validator meliputi perbaikan redaksi soal agar lebih jelas, penyempurnaan informasi yang diketahui dan ditanyakan, serta penyesuaian tingkat kesulitan soal agar lebih mampu mengungkap proses berpikir mahasiswa berdasarkan Taksonomi SOLO. Masukan tersebut telah digunakan sebagai dasar revisi sebelum instrumen digunakan dalam pengumpulan data.

Data penelitian dikumpulkan melalui tes tertulis dan dianalisis menggunakan model analisis interaktif yang dikembangkan oleh (Miles et al., 2014), yang meliputi kondensasi data, penyajian data, serta penarikan dan verifikasi kesimpulan. Jawaban setiap mahasiswa pada kelima soal dianalisis berdasarkan lima indikator proses berpikir yang telah ditetapkan. Selanjutnya, pencapaian setiap indikator dicocokkan dengan karakteristik masing-masing level Taksonomi SOLO untuk menentukan level proses berpikir mahasiswa. Meskipun pada bagian hasil penelitian hanya disajikan jawaban-jawaban yang representatif sebagai ilustrasi karakteristik setiap level Taksonomi SOLO, klasifikasi level setiap partisipan dilakukan berdasarkan hasil analisis terhadap seluruh jawaban pada kelima soal.

Untuk menjamin keterpercayaan (*trustworthiness*) hasil penelitian, aspek kredibilitas dilakukan melalui pemeriksaan secara berulang terhadap jawaban tertulis mahasiswa serta diskusi antarpeliti mengenai klasifikasi level Taksonomi SOLO. Perbedaan penafsiran yang muncul selama proses

analisis didiskusikan hingga diperoleh kesepakatan bersama sehingga konsistensi dan kredibilitas hasil penelitian dapat terjaga (Nowell et al., 2017).

Sebelum proses pengumpulan data dilaksanakan, seluruh partisipan diberikan penjelasan mengenai tujuan penelitian dan menyatakan kesediaannya untuk berpartisipasi secara sukarela. Untuk menjaga kerahasiaan identitas partisipan, setiap mahasiswa diberikan kode, seperti S1, S2, dan S3, yang digunakan secara konsisten dalam proses analisis maupun pelaporan hasil penelitian.

HASIL DAN DISKUSI

Hasil

Berdasarkan hasil analisis terhadap delapan subjek penelitian, diperoleh bahwa lima mahasiswa berada pada level *Multistructural*, sedangkan tiga mahasiswa berada pada level *Relational*. Tidak ditemukan mahasiswa yang berada pada level *Prestructural*, *Unistructural*, maupun *Extended Abstract*. Hasil klasifikasi proses berpikir mahasiswa pada setiap level Taksonomi SOLO disajikan pada Tabel 1.

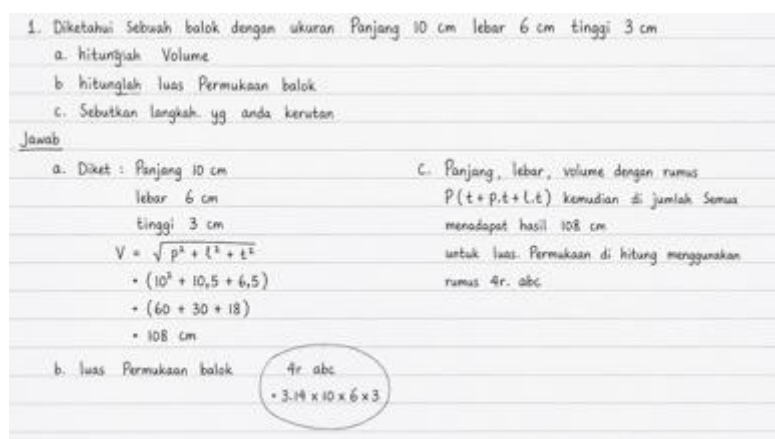
Tabel 1. Distribusi Level Proses Berpikir Mahasiswa Berdasarkan Taksonomi SOLO

Level Taksonomi SOLO	Jumlah Siswa (n)	Persentase (%)
<i>Prestructural</i>	0	0
<i>Unistructural</i>	0	0
<i>Multistructural</i>	5	62,5
<i>Relational</i>	3	37,5
<i>Extended Abstract</i>	0	0
Total	8	100

Berdasarkan Tabel 1, sebagian besar mahasiswa berada pada level *Multistructural* (62,5%), sedangkan sisanya berada pada level *Relational* (37,5%). Hasil tersebut menunjukkan bahwa mayoritas mahasiswa telah mampu menggunakan beberapa konsep dalam menyelesaikan masalah geometri ruang, namun belum mampu mengintegrasikan konsep-konsep tersebut secara terpadu maupun membangun generalisasi. Untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai karakteristik proses berpikir pada setiap level, analisis terhadap jawaban mahasiswa disajikan pada bagian berikutnya.

Proses Berpikir Mahasiswa pada Level *Multistructural*

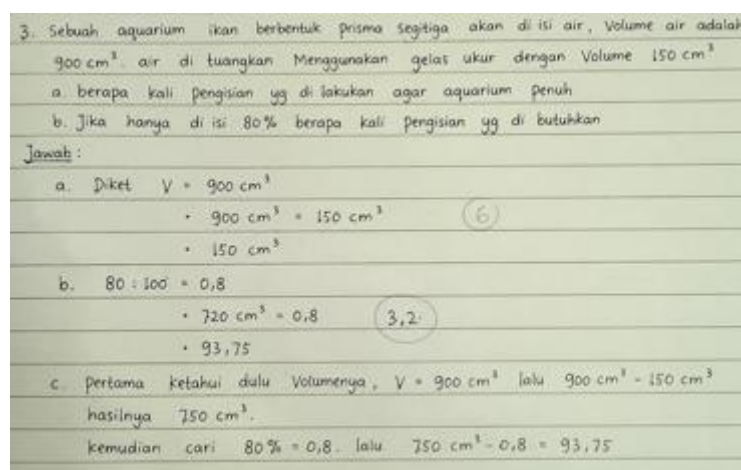
Berdasarkan hasil analisis terhadap seluruh jawaban, terdapat lima mahasiswa yang dikategorikan berada pada level *Multistructural*. Untuk menggambarkan karakteristik proses berpikir pada level ini, disajikan contoh jawaban mahasiswa S2 pada dua butir soal yang menunjukkan pola berpikir yang konsisten. Contoh pertama ditunjukkan pada Gambar 2, yaitu jawaban mahasiswa S2 pada soal nomor 2.



Gambar 2. Jawaban S2 pada soal no 2

Bwerdasar gamabr 2. Mahasiswa mampu mengidentifikasi informasi yang diketahui dan menggunakan lebih dari satu konsep untuk menyelesaikan masalah. Namun, konsep-konsep tersebut diterapkan secara terpisah dan belum diintegrasikan secara tepat. Hal ini terlihat ketika mahasiswa menggunakan rumus $pl + pt + lt$ untuk menghitung volume, kemudian menerapkan rumus yang tidak sesuai dengan konsep balok saat menghitung luas permukaan. Temuan ini menunjukkan bahwa mahasiswa telah mengenali beberapa konsep yang diperlukan, tetapi belum mampu menghubungkan konsep-konsep tersebut secara logis sehingga menghasilkan penyelesaian yang benar.

Karakteristik tersebut juga tampak pada penyelesaian soal nomor 3 yang melibatkan konsep volume dan persentase. Jawaban mahasiswa S2 terhadap soal tersebut disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Jawaban S2 pada soal no 3

Berdasarkan Gambar 3, S2 mengidentifikasi volume aquarium sebesar 900 cm^3 dan kapasitas gelas ukur sebesar 150 cm^3 sebagai informasi yang digunakan dalam penyelesaian masalah. S2 juga telah mengenali konsep volume dan persentase, tetapi belum mampu menghubungkan kedua konsep tersebut secara tepat. Hal ini terlihat dari penggunaan operasi pengurangan $900 - 150 = 750$ untuk menentukan volume air, padahal penyelesaian yang benar seharusnya diawali dengan menentukan banyaknya pengisian melalui operasi pembagian $900 \div 150 = 6$. Selain itu, nilai 80% belum dikaitkan secara tepat dengan konteks permasalahan. Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun S2

telah menggunakan beberapa konsep, mahasiswa tersebut belum mampu menghubungkannya secara logis sehingga proses berpikirnya berada pada level *Multistructural*.

Berdasarkan Gambar 2 dan Gambar 3, S2 telah memenuhi tiga indikator awal Taksonomi SOLO, yaitu mengidentifikasi informasi, menggunakan satu konsep, dan menggunakan beberapa konsep. Namun, S2 belum mampu menghubungkan berbagai konsep secara logis maupun melakukan generalisasi terhadap konsep-konsep yang digunakan. Hasil identifikasi indikator proses berpikir S2 disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Identifikasi Indikator Proses Berpikir Mahasiswa S2

Indikator	Hasil
Mengidentifikasi informasi	✓
Menggunakan satu konsep	✓
Menggunakan beberapa konsep	✓
Menghubungkan konsep	✗
Melakukan generalisasi	✗

Berdasarkan Tabel 2, S2 telah memenuhi tiga indikator awal Taksonomi SOLO, yaitu mengidentifikasi informasi, menggunakan satu konsep, dan menggunakan beberapa konsep. Namun, S2 belum mampu menghubungkan berbagai konsep secara logis maupun melakukan generalisasi. Oleh karena itu, proses berpikir S2 dikategorikan berada pada level *Multistructural*.

Proses Berpikir Mahasiswa pada Level Relational

Untuk menggambarkan karakteristik proses berpikir mahasiswa pada level *Relational*, dipilih satu subjek yang merepresentasikan karakteristik level tersebut, yaitu S1. Analisis dilakukan terhadap jawaban S1 pada lima soal geometri ruang berdasarkan indikator-indikator dalam Taksonomi SOLO. Hasil salah satu jawaban mahasiswa untuk level *Relational* ditunjukkan pada gambar 3.

2. Diketahui sebuah balok dg ukuran $P = 10 \text{ cm}$, $l = 6 \text{ cm}$, dan $t = 3 \text{ cm}$.

a) Hitunglah Volume !
 b) Hitung luas permukaan !
 c) Sebutkan langkah 3 Step di Jawabnya !

Jawab:

Dik : $P = 10 \text{ cm}$
 $l = 6 \text{ cm}$
 $t = 3 \text{ cm}$

Jawab:

a) $V = P \times l \times t$
 $= 10 \times 6 \times 3$
 $= 180 \text{ cm}^3$

c) Volume ~~balok~~ ^{bangun balok} hasilnya yaitu
 b. $P = 10 \text{ cm}$, $l = 6 \text{ cm}$, dan $t = 3 \text{ cm}$, lalu semuanya di kalikan
 Jadi ~~hasilnya~~ ^{hasilnya} adalah 180 cm^3 .

b) $l = 2(P \times l + (P \times t) + (l \times t)) \times 2$
 $= 2(10 \times 6 + (10 \times 3) + (6 \times 3)) \times 2$
 $= 2(60 + 30 + 18) \times 2$
 $= 2 \cdot 108 \times 2$
 $= 216 \text{ cm}^2$

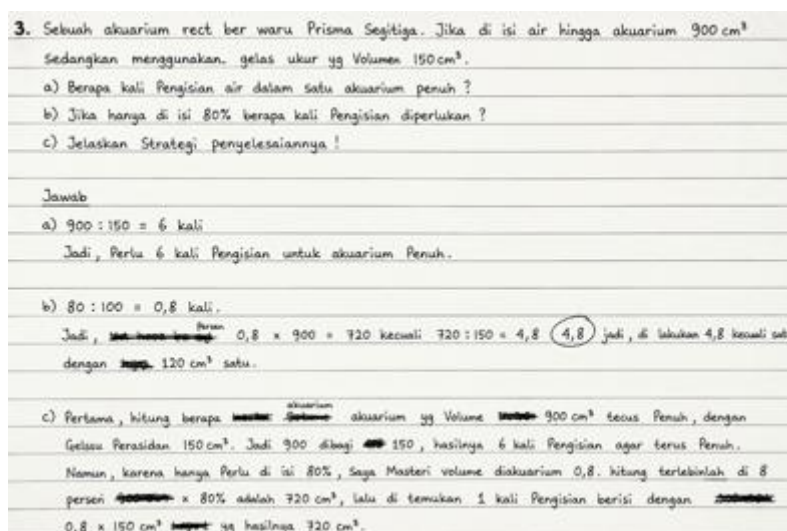
b) Luas permukaan ~~luas permukaan~~ ^{luas permukaan} balok menggunakan rumus
 $L = 2(P \times l + (P \times t) + (l \times t))$ dengan $P = 10 \text{ cm}$, $l = 6 \text{ cm}$,
 $t = 3 \text{ cm}$, kemudian cari $P \times l$ dulu agar di ketahui berapa isinya
 hasilnya 108, kemudian lalu di kali 2 ~~sama~~ ^{kalau} ~~kalau~~ ^{kalau} 2x
 hasilnya hasilnya jadi sama benar isinya $108 \times 2 = 216 (\text{cm}^2)$

Gambar 4. Jawaban S1 pada soal no 2

Berdasarkan Gambar 4, S1 mampu mengidentifikasi informasi yang diketahui serta menerapkan konsep volume dan luas permukaan secara tepat dalam menyelesaikan masalah. S1 memilih rumus yang sesuai, memanfaatkan informasi yang tersedia dengan benar, serta menjelaskan langkah-langkah penyelesaian secara runtut dan logis. Hal ini menunjukkan bahwa S1 mampu menghubungkan

informasi, konsep, dan prosedur penyelesaian secara terpadu sehingga memperoleh jawaban yang benar.

Karakteristik tersebut juga tampak pada penyelesaian soal nomor 3 yang melibatkan konsep volume dan persentase. Jawaban mahasiswa S2 terhadap soal tersebut disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Jawaban S1 pada soal no 3

Pada Gambar 5, S1 juga menunjukkan kemampuan menghubungkan beberapa konsep dalam menyelesaikan masalah. S1 mampu mengaitkan konsep volume, operasi pembagian, dan persentase untuk menentukan banyaknya pengisian akuarium secara tepat. Selain melakukan perhitungan dengan benar, S1 juga menginterpretasikan hasil perhitungan dengan menjelaskan bahwa proses pengisian terdiri atas empat kali pengisian penuh dan satu kali pengisian sebesar 80% dari kapasitas gelas ukur. Hal ini menunjukkan bahwa konsep-konsep yang digunakan telah diintegrasikan secara logis dalam proses penyelesaian masalah.

Berdasarkan hasil analisis pada Gambar 4 dan Gambar 5, S1 menunjukkan kemampuan mengidentifikasi informasi, menggunakan satu konsep maupun beberapa konsep, serta menghubungkan konsep-konsep tersebut secara logis dalam menyelesaikan masalah geometri ruang. Namun demikian, S1 belum menunjukkan kemampuan melakukan generalisasi karena penyelesaian yang diberikan masih terbatas pada konteks permasalahan yang dihadapi dan belum menghasilkan suatu prinsip atau aturan yang bersifat umum. Hasil identifikasi indikator proses berpikir S1 disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Identifikasi Indikator Proses Berpikir Mahasiswa S1

Indikator	Hasil
Mengidentifikasi informasi	✓
Menggunakan satu konsep	✓
Menggunakan beberapa konsep	✓
Menghubungkan konsep	✓
Melakukan generalisasi	X

Berdasarkan hasil identifikasi indikator tersebut, S1 telah memenuhi empat indikator dalam Taksonomi SOLO, yaitu mampu mengidentifikasi informasi, menggunakan satu konsep, menggunakan beberapa konsep, serta menghubungkan berbagai konsep untuk menyelesaikan masalah. Namun, S1 belum memenuhi indikator melakukan generalisasi. Oleh karena itu, proses berpikir S1 dikategorikan berada pada level *Relational*.

Dengan demikian hasil penelitian ini sejalan dengan Hasil penelitian (Mega et al., 2023) menunjukkan bahwa analisis berbasis Taksonomi SOLO dapat mengidentifikasi karakteristik kesalahan dan tingkat pemahaman peserta didik dalam menyelesaikan masalah geometri.

Temuan ini juga didukung oleh penelitian (Yurtyapan & Kaleli Yilmaz, 2021) yang menunjukkan bahwa sebagian besar calon guru matematika belum mencapai tingkat berpikir *Relational* maupun *Extended Abstract* dalam menyelesaikan permasalahan geometri. Penelitian tersebut menegaskan bahwa kemampuan menghubungkan berbagai konsep geometri secara utuh masih memerlukan pembelajaran yang mendorong pemahaman konseptual yang lebih mendalam.

Diskusi

Penelitian ini menemukan bahwa proses berpikir mahasiswa dalam menyelesaikan masalah geometri ruang berdasarkan Taksonomi SOLO berada pada dua tingkat perkembangan, yaitu *Multistructural* dan *Relational*. Temuan utama penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa (62,5%) berada pada level *Multistructural*, sedangkan 37,5% mahasiswa telah mencapai level *Relational*. Tidak ditemukan mahasiswa yang berada pada level *Prestructural*, *Unistructural*, maupun *Extended Abstract*. Temuan tersebut menunjukkan bahwa mahasiswa telah memiliki kemampuan untuk mengenali dan menggunakan konsep-konsep geometri yang relevan, tetapi sebagian besar masih mengalami kesulitan dalam mengintegrasikan konsep-konsep tersebut menjadi suatu struktur pemahaman yang lebih kompleks.

Karakteristik Proses Berpikir Mahasiswa pada Level *Multistructural*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa berada pada level *Multistructural* dalam menyelesaikan masalah geometri ruang. Temuan ini menunjukkan bahwa mahasiswa telah mampu menggunakan konsep-konsep geometri yang relevan untuk menyelesaikan masalah, tetapi belum mampu mengintegrasikan konsep-konsep tersebut ke dalam suatu penyelesaian yang utuh. Akibatnya, proses penyelesaian masalah yang dilakukan cenderung bersifat prosedural, yaitu berfokus pada penggunaan rumus atau langkah-langkah perhitungan tanpa disertai pemahaman mengenai keterkaitan antarkonsep yang mendasarinya. Kondisi ini mengindikasikan bahwa perkembangan kognitif mahasiswa belum sepenuhnya mencapai tahap pemahaman konseptual yang terintegrasi. Oleh karena itu, kemampuan mahasiswa dalam menghubungkan berbagai konsep geometri ruang untuk membangun penalaran matematis yang utuh masih perlu dikembangkan.

Dominannya mahasiswa pada level *Multistructural* menunjukkan bahwa proses berpikir mereka dalam menyelesaikan masalah geometri ruang masih berorientasi pada penggunaan beberapa konsep secara terpisah. Kondisi ini sejalan dengan Taksonomi SOLO yang dikemukakan oleh Biggs dan Collis

(1982), yang menjelaskan bahwa individu pada level *Multistructural* mampu mengenali dan menggunakan beberapa informasi atau konsep yang relevan, tetapi belum mampu mengintegrasikan konsep-konsep tersebut ke dalam suatu struktur pemahaman yang utuh. Dalam konteks pembelajaran matematika, (Biggs & Tang, 2011) menegaskan bahwa kualitas pemahaman ditunjukkan oleh kemampuan menghubungkan berbagai konsep secara bermakna. Dengan demikian, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa meskipun mahasiswa telah menguasai konsep-konsep dasar geometri ruang, kemampuan mereka dalam mengintegrasikan konsep-konsep tersebut menjadi suatu penalaran yang koheren selama proses pemecahan masalah masih perlu ditingkatkan.

Temuan penelitian ini didukung oleh hasil penelitian (Ghunaimat & Alawneh, 2024), yang menunjukkan bahwa mahasiswa mampu menggunakan berbagai konsep matematika dalam pembelajaran geometri, tetapi kemampuan mengintegrasikan konsep-konsep tersebut berkembang secara bertahap sesuai dengan tingkat berpikir yang dicapai. Hasil serupa juga dilaporkan oleh (Widayanti, 2024), yang menemukan bahwa peserta didik pada level *Multistructural* telah mampu menerapkan beberapa konsep dalam menyelesaikan masalah, namun hubungan antarkonsep yang dibangun belum membentuk suatu struktur penyelesaian yang utuh. Konsistensi temuan tersebut menunjukkan bahwa tantangan utama yang dihadapi mahasiswa dalam menyelesaikan masalah geometri ruang bukan terletak pada penguasaan konsep-konsep secara individual, melainkan pada kemampuan mengintegrasikan berbagai konsep tersebut menjadi suatu proses penalaran matematis yang koheren.

Karakteristik Proses Berpikir Mahasiswa pada Level *Relational*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian mahasiswa telah mencapai level *Relational* dalam menyelesaikan masalah geometri ruang. Temuan ini menunjukkan bahwa mahasiswa tidak hanya mampu menggunakan konsep-konsep geometri yang relevan, tetapi juga mampu mengintegrasikan berbagai konsep tersebut ke dalam penyelesaian yang logis dan sistematis. Kemampuan ini mencerminkan perkembangan proses berpikir menuju pemahaman konseptual yang lebih utuh. Dengan demikian, penyelesaian masalah tidak lagi didasarkan pada penerapan rumus secara terpisah, melainkan pada keterkaitan antarkonsep yang membangun penalaran matematis. Meskipun demikian, kemampuan mahasiswa masih terbatas pada penyelesaian masalah sesuai dengan konteks yang diberikan dan belum berkembang hingga mampu melakukan abstraksi maupun generalisasi.

Karakteristik tersebut sejalan dengan Taksonomi SOLO yang dikemukakan oleh Biggs dan Collis (1982), yang menjelaskan bahwa peserta didik pada level *Relational* mampu mengintegrasikan berbagai konsep yang sebelumnya dipahami secara terpisah menjadi suatu struktur pengetahuan yang utuh. (Biggs & Tang, 2011) menjelaskan bahwa kemampuan menghubungkan berbagai konsep merupakan indikator berkembangnya pemahaman konseptual yang mendalam (*deep learning*), karena peserta didik tidak hanya menguasai prosedur penyelesaian, tetapi juga memahami hubungan antarkonsep yang digunakan. Penekanan terhadap kemampuan berpikir pada level *Relational* juga tercermin dalam kurikulum matematika yang mendorong peserta didik untuk membangun keterkaitan

antarkonsep serta mengembangkan kemampuan penalaran matematis tingkat tinggi (Cihan & Doruk, 2024).

Temuan penelitian ini didukung oleh penelitian (Gagani, 2023), yang menunjukkan bahwa calon guru matematika pada level *Relational* mampu membangun hubungan yang logis antarkonsep dalam menyusun pembuktian geometri. Hasil serupa juga, penerapan Taksonomi SOLO dalam pembelajaran geometri membantu mahasiswa mengintegrasikan berbagai konsep matematika sehingga proses pemecahan masalah menjadi lebih sistematis (Ghunaimat & Alawneh, 2024). Sejalan dengan itu, peserta didik pada level *Relational* telah mampu menghubungkan berbagai konsep ketika menyelesaikan masalah matematika, meskipun kemampuan melakukan abstraksi pada tingkat yang lebih tinggi belum berkembang secara optimal (Afriyani et al., 2018; Widayanti, 2024). Kesamaan hasil penelitian tersebut semakin memperkuat temuan penelitian ini bahwa mahasiswa pada level *Relational* telah mampu menghubungkan berbagai konsep secara logis dalam menyelesaikan masalah geometri ruang. Namun, kemampuan tersebut masih terbatas pada konteks permasalahan yang diberikan dan belum menunjukkan karakteristik berpikir pada level *Extended Abstract*.

Salah satu keunggulan penelitian ini adalah penggunaan Taksonomi SOLO sebagai kerangka analisis untuk mengidentifikasi proses berpikir mahasiswa dalam menyelesaikan masalah geometri ruang. Pendekatan ini memungkinkan penelitian tidak hanya melihat benar atau salahnya jawaban mahasiswa, tetapi juga mengungkap tingkat kompleksitas pemahaman dan cara mahasiswa mengonstruksi konsep dalam proses penyelesaian masalah. Selain itu, penggunaan masalah geometri ruang berbentuk terbuka memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk menunjukkan strategi, alasan, dan hubungan antarkonsep yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan.

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Subjek penelitian yang relatif terbatas menyebabkan hasil penelitian belum dapat menggambarkan karakteristik proses berpikir mahasiswa secara lebih luas. Selain itu, analisis dalam penelitian ini didasarkan pada respons tertulis mahasiswa, sehingga belum sepenuhnya menggambarkan proses berpikir internal mahasiswa ketika menyelesaikan masalah. Penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan penggunaan wawancara mendalam atau metode *think aloud* untuk memperoleh gambaran proses kognitif mahasiswa secara lebih komprehensif.

Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap kajian pembelajaran geometri, khususnya dalam memahami perkembangan struktur berpikir mahasiswa berdasarkan Taksonomi SOLO. Temuan penelitian menunjukkan bahwa kemampuan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah geometri ruang tidak hanya dipengaruhi oleh penguasaan konsep secara prosedural, tetapi juga oleh kemampuan menghubungkan berbagai konsep menjadi suatu pemahaman yang terintegrasi. Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar bagi dosen atau pendidik dalam merancang pembelajaran geometri yang lebih menekankan pengembangan kemampuan visualisasi spasial, koneksi matematis, dan penalaran tingkat tinggi. Selain itu, penelitian ini memperkuat penggunaan Taksonomi SOLO sebagai instrumen analisis untuk mengevaluasi kualitas pemahaman mahasiswa dalam pembelajaran matematika.

KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis proses berpikir mahasiswa dalam menyelesaikan masalah geometri ruang berdasarkan Taksonomi SOLO. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses berpikir mahasiswa berada pada dua level Taksonomi SOLO, yaitu Multistructural dan Relational. Sebagian besar mahasiswa berada pada level Multistructural, sedangkan sebagian lainnya telah mencapai level Relational. Tidak ditemukan mahasiswa yang berada pada level Prestructural, Unistructural, maupun Extended Abstract. Perbedaan level tersebut menunjukkan adanya variasi kemampuan mahasiswa dalam memahami permasalahan, menggunakan konsep-konsep geometri, menghubungkan berbagai konsep, serta menyusun strategi penyelesaian masalah. Temuan ini menunjukkan bahwa Taksonomi SOLO dapat digunakan sebagai kerangka analisis yang efektif untuk mengidentifikasi kualitas proses berpikir mahasiswa dalam menyelesaikan masalah geometri ruang.

Hasil penelitian ini memberikan implikasi bagi dosen dalam merancang pembelajaran dan asesmen yang mampu mendorong perkembangan kemampuan berpikir mahasiswa, khususnya dalam menghubungkan berbagai konsep matematika sehingga dapat mencapai tingkat pemahaman yang lebih tinggi. Selain itu, penelitian ini memperkuat pemanfaatan Taksonomi SOLO sebagai salah satu kerangka analisis dalam penelitian pendidikan matematika. Namun, penelitian ini masih memiliki keterbatasan pada jumlah subjek yang relatif sedikit, konteks materi yang terbatas pada geometri ruang, serta analisis yang didasarkan pada respons tertulis mahasiswa. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan jumlah partisipan yang lebih luas dan beragam, menggunakan metode pengumpulan data tambahan seperti wawancara mendalam atau think aloud untuk mengungkap proses berpikir mahasiswa secara lebih detail, serta mengembangkan strategi pembelajaran berbasis Taksonomi SOLO yang dapat membantu mahasiswa mencapai level berpikir yang lebih tinggi, terutama Extended Abstract.

REFERENSI

- Adeniji, S. M., Baker, P., & Schmude, M. (2022). Structure of the Observed Learning Outcomes (SOLO) model: A mixed-method systematic review of research in mathematics education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(6). <https://doi.org/10.29333/ejmste/12087>
- Afriyani, D., Sa'dijah, C., Subanji, S., & Muksar, M. (2018). Characteristics of Students' Mathematical Understanding in Solving Multiple Representation Task based on Solo Taxonomy. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 13(3), 281–287. <https://doi.org/10.12973/iejme/3920>
- Anggara, D. S., & Abdillah, C. (2023). validity analysis of literacy assessment instruments. *Cakrawala Pendidikan*, 42(2), 447–459. <https://doi.org/10.21831/cp.v42i2.55900> Content
- Biggs, J., & Tang, C. (2011). *Teaching for quality learning at university. (2nd Edn.)* (Vol. 50, Issue 4). <https://doi.org/10.1080/14703297.2013.839332>

- Campbell, P. F., Nishio, M., Smith, T. M., Clark, L. M., Conant, D. L., Rust, A. H., DePiper, J. N., Frank, T. J., Griffin, M. G., & Choi, Y. (2014). The relationship between teachers' mathematical content and pedagogical knowledge, teachers' perceptions, and student achievement. *Journal for Research in Mathematics Education*, 45(4), 419–459. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.45.4.0419>
- Campbell, S., Greenwood, M., Prior, S., Shearer, T., Walkem, K., Young, S., Bywaters, D., & Walker, K. (2020). Purposive sampling: complex or simple? Research case examples. *Journal of Research in Nursing*, 25(8), 652–661. <https://doi.org/10.1177/1744987120927206>
- Cihan, F., & Doruk, M. (2024). 2024 Ortaöğretim Matematik Dersi Öğretim Programının SOLO Taksonomisi v e Bilişsel İstem Düzeylerine Göre Değerlendirilmesi Evaluation of 2024 High School Mathematics Curriculum According to SOLO Taxonomy and Cognitive Demand Levels. 10(3), 144–157.
- Fujita, T., Kondo, Y., Kumakura, H., Miawaki, S., Kunimune, S., & Shojima, K. (2022). Identifying Japanese students' core spatial reasoning skills by solving 3D geometry problems: An exploration. *Asian Journal for Mathematics Education*, 1(4), 437–454. <https://doi.org/10.1177/27527263221142345>
- Gagani, R. F. (2023). Assessing Pre-service Mathematics Education Teachers Deductive Reasoning via Proof Writing in Basic Geometry: The Power of SOLO Taxonomy. *Jurnal Pendidikan Progresif*, 13(3), 979–996. <https://doi.org/10.23960/jpp.v13.i3.202307>
- Ghunaimat, M. A., & Alawneh, E. A. (2024). The Effectiveness of Using the SOLO Taxonomy in Acquiring Students the Concepts of Coordinate Geometry. *IJORER : International Journal of Recent Educational Research*, 5(3), 523–536. <https://doi.org/10.46245/ijorer.v5i3.592>
- Kaharuddin, A., & Hajeniati, N. (2020). An Identification of Students' Responses Based on Solo Taxonomy in Mathematics Learning Toward Learning Activities and Learning Outcomes. *Al-Jabar : Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(2), 191–200. <https://doi.org/10.24042/ajpm.v11i2.6270>
- Luswisandari, W. F., Sukoriyanto, & Rahayuningsih, S. (2024). Taksonomi Solo Ditinjau Dari. *ELSE (Elementary School Education Journal)*, 8(3), 219–229. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.30651/else.v8i3.24365>
- Mega, A. P., Tayeb, T., Angriani, A. D., Syam, L. K., & Rustiani, R. (2023). Analysis of Student Errors in Solving Problems on Geometry Material Based on SOLO Taxonomy Class VII MTs Muhammadiyah Tanetea. *Journal of Authentic Research on Mathematics Education (JARME)*, 5(1), 1–12.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldana, J. (2014). *Huberman, A. M., Saldaña, J Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook (3rd ed.)*. SAGE Publication.
- Nowell, L. S., Norris, J. M., White, D. E., & Moules, N. J. (2017). Thematic Analysis: Striving to Meet the Trustworthiness Criteria. *International Journal of Qualitative Methods*, 16(1), 1–13.

<https://doi.org/10.1177/1609406917733847>

- Pradana, L. N., & Sholikhah, O. H. (2023). Spatial Reasoning Construction: The Way to Use It to Solve Geometric Problems. *Mathematics Education Journal*, 17(2), 209–224. <https://doi.org/10.22342/jpm.17.2.20620.209-224>
- Sudirman, Runisah, Kusumah, Y. S., & Martadiputra, B. A. P. (2023). Epistemological Obstacle in 3D Geometry Thinking: Representation, Spatial Structuring, and Measurement. *Pegem Journal of Education and Instruction*, 13(4), 292–301. <https://doi.org/10.47750/pegegog.13.04.34>
- Türkoğlu, H., & Yalçınalp, S. (2024). Investigating problem-solving behaviours of university students through an eye-tracking system using GeoGebra in geometry: A case study. In *Education and Information Technologies* (Vol. 29, Issue 12). Springer US. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12452-1>
- Widayanti, Li. (2024). Structure of Students' Ability in Solving Mathematical Problems Based on SOLO Taxonomy. *International Journal of Progressive Mathematics Education ISSN*, 4(2), 146–161. <https://doi.org/https://doi.org/10.22236/ijopme.v4i2.18655>
- Yuanita, P., Maimunah, M., Kartini, K., & Arif, N. (2023). Analysis of SOLO taxonomy-based test instruments in approaching the Merdeka curriculum. *JRAMathEdu*, 8(1), 12–29. <https://doi.org/10.23917/jramathedu.v8i1.1270>
- Yurtyapan, M. İ., & Kaleli Yilmaz, G. (2021). An investigation of the geometric thinking levels of middle school mathematics preservice teachers according to solo taxonomy: “Social distance problems.” *Participatory Educational Research*, 8(3), 188–209. <https://doi.org/10.17275/per.21.61.8.3>
- Yusoff, M. S. B. (2019). ABC of Content Validation and Content Validity Index Calculation. *Education in Medicine Journal*, 11(2), 49–54. <https://doi.org/10.21315/eimj2019.11.2.6>