

PROFIL REPRESENTASI MATEMATIS MURID KELAS VII PADA MATERI SUDUT MELALUI EKSPLOKASI MEDIA JAM GEULIS

Indah Kirana Sumarman^{1*}, Inaz Nova Amelia², Inayah Widyawati³, Laila Nurhalifah⁴, Nani Ratnaningsih⁵, Hetty Patmawati⁶

¹⁻⁶Universitas Siliwangi, Kota Tasikmalaya

* Email: indahkiranasumarman@gmail.com

Artikel Info	Abstrak
Riwayat Artikel Diterima: 02 Sept 2026 Direvisi: 30 Sept 2026 Dipublikasi: 10 Okt 2026 Kata kunci: <i>Representasi Matematis; Jam Geulis; Sudut; Etnomatematika; Media Manipulatif</i>	<i>Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan profil kemampuan representasi matematis murid kelas VII pada aspek visual, simbolik, dan verbal melalui eksplorasi media Jam Geulis pada materi sudut. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif yang dilaksanakan di kelas VII H SMP Negeri 13 Tasikmalaya. Tiga murid yang mewakili kategori kemampuan matematis tinggi, sedang, dan rendah dipilih melalui purposive sampling. Data dikumpulkan melalui LKPD berbasis eksplorasi, tes kemampuan representasi individu, dan wawancara semi-terstruktur, kemudian dianalisis menggunakan model interaktif Miles, Huberman, dan Saldaña yang terdiri dari kondensasi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aspek visual merupakan kekuatan dominan (ketuntasan 87%), diikuti simbolik (73%), sementara verbal menjadi tantangan utama (52%). Temuan mengungkap tiga pola kesalahan utama: miskonsepsi nilai dasar sektor ($\times 15$ vs $\times 30$), ketidakkonsistenan translasi simbolik-verbal, dan ambiguitas interpretasi soal kontekstual. Media Jam Geulis efektif memfasilitasi representasi visual dan simbolik, namun representasi verbal memerlukan intervensi pedagogis tambahan berupa scaffolding diskusi terstruktur. Penelitian ini berkontribusi pada pengembangan teori representasi dalam konteks media manipulatif berbasis etnomatematika.</i>
Article Info	Abstract
Article History Received: 02 st Sept 2026 Revised: 30 st Sept 2026 Published: 10 st Okt 2026 Keywords: <i>Mathematical Representation; Jam Geulis; Angle; Ethnomathematics; Manipulative Media</i>	<i>This study aims to describe the profile of seventh-grade students' mathematical representation abilities in visual, symbolic, and verbal aspects through the exploration of Jam Geulis media on angle material. The research employed a qualitative descriptive approach conducted at VII H class of SMP Negeri 13 Tasikmalaya. Three students representing high, medium, and low mathematical ability categories were selected through purposive sampling. Data were collected through exploration-based student worksheets, individual representation ability tests, and semi-structured interviews, then analyzed using the interactive model of Miles, Huberman, and Saldaña comprising data condensation, data display, and conclusion drawing. The results showed that the visual aspect was the dominant strength (87% completeness), followed by symbolic (73%), while verbal became the main challenge (52%). The findings revealed three main error patterns: misconceptions of sector base values ($\times 15$ vs $\times 30$), inconsistency in symbolic-verbal translation, and ambiguity in contextual problem interpretation. The Jam Geulis media effectively facilitates visual and symbolic representation, but verbal representation requires additional pedagogical intervention in the form of structured discussion scaffolding. This study contributes to the development of representation theory in the context of ethnomathematics-based manipulative media.</i>

PENDAHULUAN

Kemampuan representasi matematis merupakan salah satu standar proses fundamental yang harus dikuasai murid dalam pembelajaran matematika. *National Council of Teachers of Mathematics* (2000) menegaskan bahwa representasi matematis mencakup kemampuan menciptakan dan menggunakan simbol, gambar, diagram, serta kata-kata untuk mengomunikasikan ide-ide matematika. Secara teoritis, Mainali (2021) menjelaskan bahwa representasi memiliki keterkaitan yang sangat kuat dengan geometri karena geometri menghubungkan matematika dengan bentuk fisik di dunia nyata, memungkinkan visualisasi ide, dan memberikan contoh sistem matematika yang konkret. Kajian empiris dari Haji dan Valentino (2022) menemukan bahwa murid sering kali memandang sudut hanya sebagai bentuk statis dua garis yang bertemu, bukan sebagai ukuran rotasi dinamis, sehingga menghambat fleksibilitas representasi mereka. Oleh karena itu, kemampuan merepresentasikan konsep geometri menjadi prasyarat mutlak bagi murid untuk memahami materi secara bermakna, bukan sekadar prosedural.

Namun demikian, kesenjangan antara harapan kurikulum dan realitas di lapangan masih menjadi permasalahan serius. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara awal dengan guru matematika kelas VII di SMP Negeri 13 Tasikmalaya, ditemukan fenomena bahwa murid mampu melakukan perhitungan numerik terkait besar sudut, namun gagal menjelaskan asal-usul konsep atau merepresentasikan pemahaman mereka secara visual dan verbal. Murid cenderung menghafal prosedur tanpa memahami konsep sudut sebagai ukuran rotasi dari dua sinar garis. Permasalahan ini sejalan dengan temuan Haji dan Valentino (2022) yang mengidentifikasi bahwa siswa SMP sering mengalami kesulitan dan miskonsepsi mendalam pada materi garis dan sudut, di mana pemahaman prosedural tidak diimbangi dengan pemahaman konseptual yang utuh. Hal ini juga diperkuat oleh kajian Mainali (2021) yang menyatakan bahwa tanpa kemampuan merepresentasikan konsep geometri secara fleksibel, proses translasi antar-representasi murid akan tetap lemah dan menghambat pembangunan skema matematika yang bermakna.

Untuk menjembatani kesenjangan tersebut, diperlukan intervensi berupa media manipulatif yang memfasilitasi pengalaman belajar konkret. Bruner (1960) menegaskan bahwa perkembangan kognitif murid dimulai dari tahap enaktif (interaksi fisik dengan benda konkret), berlanjut ke tahap ikonik (gambar), dan bermuara pada tahap simbolik (notasi). Kajian terkini oleh Moyer-Packenham *et al.* (2015) mengonfirmasi bahwa penggunaan media manipulatif fisik secara signifikan menurunkan beban kognitif *extraneous* dan meningkatkan retensi konsep geometri spasial dibandingkan dengan pembelajaran konvensional berbasis gambar dua dimensi. Pada materi sudut, murid membutuhkan pengalaman fisik memutar dan membentuk sudut secara langsung sebelum mengabstraksikannya ke dalam gambar dan simbol matematis. Tanpa media manipulatif yang memadai, pembelajaran sering kali melompat langsung ke tahap simbolik, sehingga pemahaman konseptual murid menjadi rapuh (Lesh, *et al.*, 1987).

Selain aspek kognitif, pendekatan kontekstual berbasis budaya atau etnomatematika terbukti efektif dalam menjembatani konsep matematika abstrak dengan realitas murid (Risdiyanti & Prahmana, 2018). Sejalan dengan itu, Prahmana dan D'Ambrosio (2001) menekankan bahwa lintasan pembelajaran (*learning trajectory*) yang berakar pada etnomatematika mampu menjembatankan pengetahuan informal murid dengan konsep matematika formal secara lebih natural. Mengintegrasikan kearifan lokal ke dalam media pembelajaran tidak hanya meningkatkan motivasi, tetapi juga memberikan kebermaknaan terhadap matematika. Dalam konteks geometri dan budaya lokal, Nugraha *et al.* (2023) mendemonstrasikan bahwa eksplorasi elemen geometris pada motif batik tradisional tidak hanya memperkaya pemahaman spasial murid, tetapi juga menumbuhkan kesadaran budaya dan motivasi intrinsik yang lebih tinggi. Berangkat dari prinsip tersebut, dikembangkan media "Jam Geulis". Jam Geulis merupakan media manipulatif yang dirancang khusus untuk memfasilitasi eksplorasi konsep sudut dan pengukuran waktu. Keunikan media ini terletak pada integrasi motif Batik Payung Geulis khas Tasikmalaya, yang sekaligus berfungsi sebagai referensi visual dan penguat identitas budaya lokal murid.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji kemampuan representasi matematis pada materi geometri. Mayoritas kajian masih berfokus pada analisis kesalahan murid pada instrumen tes konvensional atau meninjau representasi berdasarkan faktor internal seperti gaya kognitif dan afektif. Terdapat celah penelitian yang belum banyak terisi yakni kajian mendalam mengenai bagaimana profil representasi matematis murid (visual, simbolik, verbal) pada materi sudut dikonstruksi melalui eksplorasi media manipulatif yang terintegrasi dengan etnomatematika lokal, serta bagaimana konsistensi translasi antar-representasi tersebut terjadi.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mendeskripsikan profil representasi matematis murid kelas VII pada aspek visual, simbolik, dan verbal melalui eksplorasi media Jam Geulis; (2) mengidentifikasi konsistensi translasi antar-representasi serta pola kesalahan yang muncul selama proses eksplorasi; dan (3) merumuskan implikasi pedagogis. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis bagi pengembangan literatur representasi matematis dalam konteks etnomatematika, serta kontribusi praktis bagi guru dalam merancang intervensi pedagogis dan *scaffolding* yang menjembatani kesenjangan antara pemahaman visual-simbolik dan artikulasi verbal murid.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan jenis deskriptif (Creswell & Creswell, 2017) untuk memaknai secara mendalam profil representasi matematis murid pada materi sudut melalui eksplorasi media Jam Geulis. Penelitian dilaksanakan di kelas VII H SMP Negeri 13 Tasikmalaya pada semester genap tahun ajaran 2025/2026. Dari total 30 murid dalam kelas tersebut, dipilih 3 orang murid sebagai subjek wawancara mewakili kategori kemampuan matematis tinggi, sedang, dan rendah melalui teknik *Purposive Sampling* berdasarkan hasil tes kemampuan awal (Sugiyono *et al.*, 2012).

Pengumpulan data dilakukan melalui empat teknik yang saling melengkapi. Pertama, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis eksplorasi media Jam Geulis yang dikerjakan secara kelompok untuk mengamati proses translasi antar-representasi. Kedua, tes kemampuan representasi matematis individu berbentuk uraian yang terdiri dari empat butir soal mencakup indikator visual, simbolik, verbal, dan integrasi. Ketiga, observasi proses menggunakan lembar observasi dengan tujuh aspek yang memuat indikator visual, simbolik, verbal, dan integrasi, dinilai dengan skala 1–4 (tidak muncul, muncul sesekali, muncul cukup sering, muncul konsisten dan akurat). Keempat, wawancara semi-terstruktur dengan lima pertanyaan pemantik beserta probing untuk menggali proses berpikir, miskonsepsi, dan alasan di balik representasi murid. Seluruh instrumen tes dan non-tes telah divalidasi melalui proses *expert judgment* oleh tiga ahli yang terdiri dari dua dosen ahli pendidikan matematika dan satu ahli evaluasi pembelajaran. Proses validasi dilakukan menggunakan lembar penilaian yang mencakup aspek validitas isi, konstruk, dan bahasa dengan skala 1 sampai 4. Hasil validasi menunjukkan rata-rata indeks validitas keseluruhan instrumen sebesar 0,87 (kategori sangat valid). Berdasarkan catatan dan saran dari para ahli, peneliti melakukan revisi minor pada redaksi beberapa butir soal tes dan petunjuk wawancara agar lebih operasional dan mudah dipahami oleh murid, sehingga seluruh instrumen dinyatakan layak digunakan. Keabsahan data diuji menggunakan triangulasi teknik dengan membandingkan data hasil LKPD, tes tertulis, observasi, dan wawancara.

Data dianalisis secara interaktif mengikuti model *Miles, Huberman, dan Saldaña* (2014) yang terdiri dari tiga tahapan, yaitu kondensasi data (*data condensation*) untuk mereduksi data yang relevan, penyajian data (*data display*) dalam bentuk tabel dan narasi, serta penarikan kesimpulan dan verifikasi (*conclusion drawing/verification*). Transkrip wawancara dikodekan sesuai indikator representasi (V, S, Ver, I) untuk memudahkan identifikasi pola representasi tiap subjek. Rancangan fisik media manipulatif yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Media Manipulatif Jam Geulis

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Berdasarkan triangulasi data LKPD kelompok, tes kemampuan representasi individu (30 murid), observasi proses, dan wawancara semi-terstruktur terhadap tiga murid yaitu miswa kemampuan tinggi (MT), murid kemampuan sedang (MS) dan murid kemampuan rendah (MR), diperoleh profil representasi matematis murid pada materi sudut melalui eksplorasi media Jam Geulis sebagaimana Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Profil Representasi Matematis Murid

Aspek Representasi	Ketuntasan Tes (%)	Skor Observasi (1–4)	Kategori	Temuan Kunci
Visual	87	3,86	Sangat Baik	Seluruh kelompok akurat mengidentifikasi posisi sudut pada dial Jam Geulis
Simbolik	73	3,72	Baik	$\pm 27\%$ murid keliru rumus $\times 15$ alih-alih $\times 30$; notasi $\angle$ dipahami secara prosedural
Verbal	52	3,21	Cukup	Murid mampu menghitung benar namun gagal menjelaskan alasan konseptual
Integrasi	–	3,69	Baik	Konsistensi translasi tinggi hanya pada murid dengan skor verbal ≥ 3

Data pada Tabel 1 menunjukkan hierarki capaian: visual > simbolik > integrasi > verbal. Aspek visual menjadi kekuatan utama, sementara aspek verbal merupakan bottleneck yang menghambat konsistensi translasi antar-representasi. Temuan ini diperkuat oleh hasil wawancara yang mengungkap perbedaan strategi representasi berdasarkan kategori kemampuan sebagaimana Tabel 2.

Tabel 2. Profil Representasi per Kategori Murid

Aspek	Murid Tinggi	Murid Sedang	Murid Rendah
Visual	Sistematis; kerangka sektor sebagai acuan	12 Bertahap; penghitungan manual dengan konfirmasi berulang	Trial-and-error; bergantung pada contoh
Simbolik	Konseptual; notasi sebagai konvensi rotasi	Prosedural; simbol sebagai format penulisan	Hafalan; keliru rumus ($\times 15$ vs $\times 30$)
Verbal	Relasional; generalisasi & justifikasi	Contoh-based; definisi tercampur	Fragmentasi; bergantung stimulus visual
Integrasi	Konsisten V→S→Ver	Terputus pada aspek verbal	Melompati tahapan simbolik-verbal

Perbedaan strategi ini terlihat jelas pada kutipan wawancara berikut. Murid tinggi (Alpan) menunjukkan alur penalaran eksplisit: "*Aku mulai dari visual (posisi jarum), lalu ke simbolik (hitung $6 \times 30^\circ = 180^\circ$), terus simpulkan secara verbal (berpelurus karena memenuhi syarat 180°). Ketiga representasi itu nyambung, jadi nggak cuma tebak-tebakan.*" Sebaliknya, murid rendah (Revan) melompati tahapan simbolik dan verbal: "*Nggak dihitung. Soalnya keliatan lurus, jadi ya 180 . Berarti berpelurus.*"

Selain perbedaan profil, triangulasi data mengungkap tiga pola kesalahan utama: (1) miskonsepsi nilai dasar sektor ($\times 15$ vs $\times 30$) pada $\pm 27\%$ murid yang bersumber dari kebingungan antara struktur jam konvensional dan Jam Geulis; (2) ketidakonsistenan translasi simbolik-verbal, di mana murid menjawab "*Karena 120°* " tanpa merujuk definisi klasifikasi ($> 90^\circ$); dan (3) ambiguitas interpretasi konteks soal pada perpindahan jarum sektor 10 ke 4 yang memunculkan jawaban berbeda (180° vs 240°).

Pembahasan

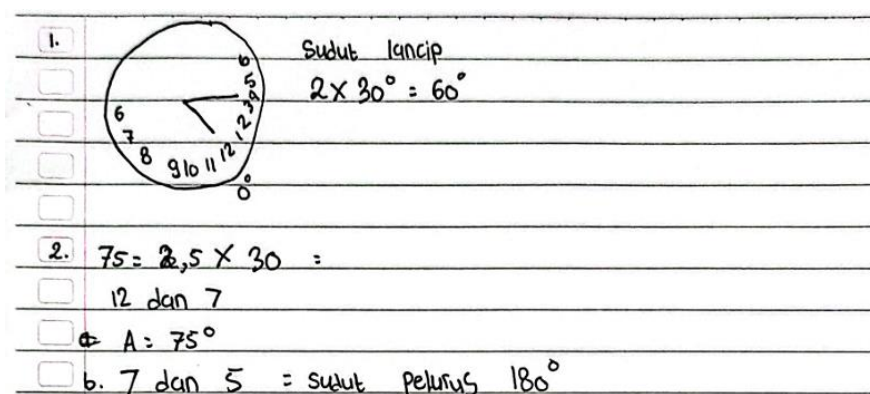
Temuan penelitian ini menjawab permasalahan mengenai profil representasi matematis murid melalui eksplorasi media Jam Geulis dengan tiga temuan utama (*what*): aspek visual merupakan kekuatan dominan (87%), aspek verbal menjadi bottleneck utama (52%), dan konsistensi translasi antar-representasi sangat bergantung pada capaian verbal murid. Dominasi aspek visual ini dapat dijelaskan melalui teori perkembangan kognitif Bruner (1960) yang menegaskan bahwa pengalaman enaktif (manipulasi fisik jarum Jam Geulis) memberikan fondasi konkret bagi pembentukan representasi mental sebelum murid mencapai tahap ikonik dan simbolik. Dalam kerangka teori beban kognitif Sweller (1988), umpan balik visual instan yang disediakan media manipulatif menurunkan *extraneous cognitive load* sehingga kapasitas memori kerja murid terfokus pada pembangunan skema konseptual, bukan pada membayangkan posisi sudut dari nol. Temuan ini mengonfirmasi hasil Moyer-Packenham *et al.* (2015) bahwa media manipulatif fisik secara signifikan

meningkatkan retensi konsep geometri spasial dibandingkan pembelajaran berbasis gambar dua dimensi. Murid tinggi dalam penelitian ini secara eksplisit mengakui hal tersebut: *"Dengan Jam Geulis, aku ngerasain proses putarannya, jadi konsep 'sudut sebagai hasil rotasi' itu lebih nyata. Gambar statis nggak ngasih feedback instan kalau posisiku salah."*

Mengapa aspek verbal menjadi bottleneck sementara visual dan simbolik relatif kuat (*why*)? dalam konteks penelitian ini, miskonsepsi rumus $\times 15$ alih-alih $\times 30$ pada $\pm 27\%$ murid bukan sekadar ketidaktekelitian, melainkan bersumber dari konflik kognitif antara skema "jam konvensional" (12 angka $\times$ 5 menit) dengan struktur Jam Geulis (12 sektor $\times$ 30°), sebagaimana diidentifikasi Haji dan Valentino (2022) pada miskonsepsi murid tentang konsep sudut sebagai rotasi. Tanpa konfirmasi konseptual eksplisit dari guru mengenai nilai dasar satu sektor (30°) dan tanpa *scaffolding* verbal terstruktur, miskonsepsi berpotensi terinternalisasi dan aspek verbal tetap menjadi hambatan. Untuk memperdalam analisis profil representasi matematis, dilakukan penelaahan terhadap lembar jawaban tes individu yang merepresentasikan tiga kategori kemampuan matematis murid (tinggi, sedang, dan rendah). Analisis ini difokuskan pada tiga indikator representasi: visual, simbolik, dan verbal.

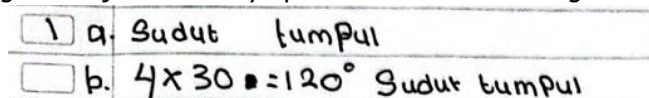
1. Representasi Visual

Murid berkemampuan tinggi menunjukkan kemampuan visual yang sistematis dan akurat. Sebagaimana terlihat pada **Gambar 2**, murid mampu mengonstruksi representasi visual secara proporsional dengan menggambarkan posisi jarum Jam Geulis pada sektor yang dimaksud dengan presisi tinggi. Murid menggunakan kerangka 12 sektor sebagai acuan yang jelas tanpa ragu, dan mampu memvisualisasikan sudut non-bilangan bulat (misalnya 2,5 sektor untuk 75°) dengan tepat.



Gambar 2. Lembar Jawaban Murid kemampuan Tinggi Representasi Visual

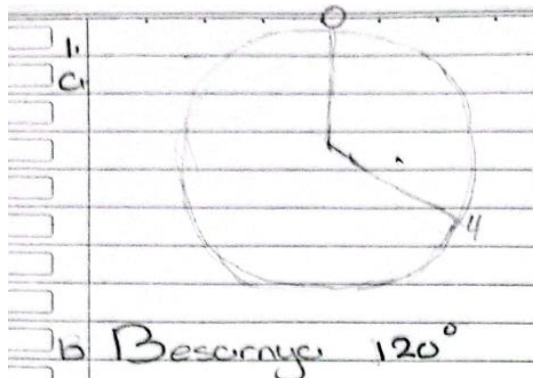
Konsistensi visual ini mengonfirmasi temuan Mainali (2021) bahwa murid dengan kemampuan tinggi mampu memperlakukan representasi visual bukan sekadar gambar, melainkan sebagai alat berpikir (*tools for thinking*) yang memfasilitasi pemahaman konseptual tentang sudut sebagai hasil rotasi. Murid berkemampuan sedang menunjukkan pola representasi visual yang bertahap namun masih memerlukan konfirmasi berulang. Pada **Gambar 3**, terlihat bahwa murid mampu mengidentifikasi posisi jarum dengan benar, namun proses penggambaran dilakukan secara manual dengan penghitungan sektor demi sektor. Terdapat coretan bantuan dan tanda panah kecil yang menunjukkan adanya proses verifikasi berulang sebelum finalisasi gambar.



Gambar 3. Lembar Jawaban Murid kemampuan Sedang Representasi Visual

Pola ini sesuai dengan temuan **Tabel 2** yang menunjukkan bahwa murid sedang berada pada tahap *Procedural Visualization*, mereka mampu menghasilkan gambar yang benar, tetapi masih bergantung pada prosedur langkah-demi-langkah pemahaman spasial yang intuitif. Pada murid berkemampuan rendah, representasi visual bersifat *trial-and-error* dan sangat bergantung pada stimulus visual yang diberikan.

Sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 4**, murid cenderung menggambar posisi jarum berdasarkan intuisi "kelihatan lurus" atau "kelihatan siku-siku" tanpa melakukan penghitungan sektor yang sistematis. Posisi jarum sering kali tidak proporsional dan tidak sesuai dengan instruksi soal.

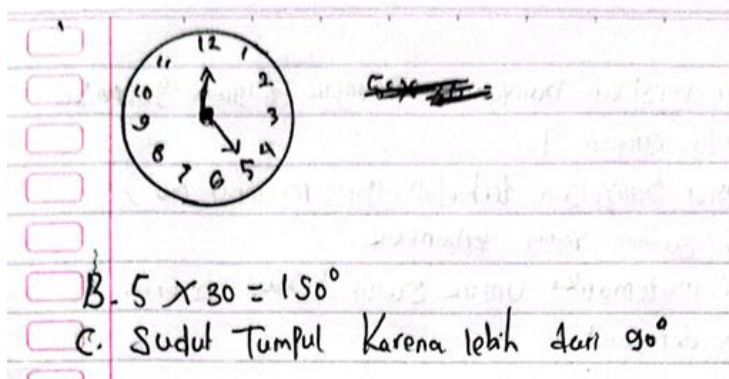


Gambar 4. Lembar Jawaban Murid kemampuan Rendah Representasi Visual

Temuan ini merefleksikan apa yang disebut Lesh et al. (1987) sebagai representational rigidity kekakuan representasi di mana murid terjebak pada persepsi visual intuitif tanpa dukungan kerangka konseptual yang memadai. Hal ini juga selaras dengan kutipan wawancara murid rendah (Revan): "*Nggak dihitung. Soalnya kelihatan lurus, jadi ya 180°.*"

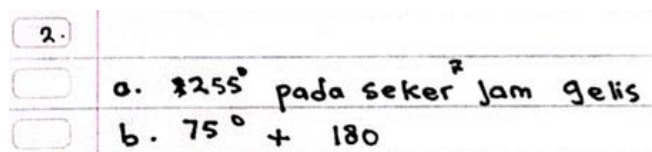
2. Representasi Simbolik

Murid berkemampuan tinggi menunjukkan penguasaan notasi matematika yang konseptual dan sistematis. Pada **Gambar 5**, terlihat bahwa murid menuliskan proses perhitungan secara lengkap: mulai dari identifikasi jumlah sektor (misalnya 4 sektor), penulisan nilai dasar sektor ($4 \times 30^\circ$), hingga hasil akhir 120° . Notasi dipahami sebagai konvensi rotasi, bukan sekadar format penulisan prosedural.



Gambar 5. Lembar Jawaban Murid kemampuan Tinggi Representasi Simbolik

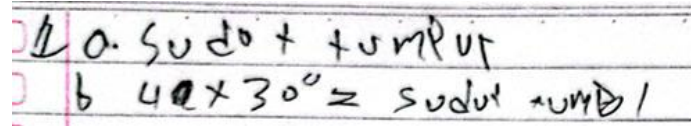
Konsistensi simbolik ini menunjukkan bahwa murid tinggi telah mencapai tahap *Symbolic Fluency* di mana mereka mampu melakukan translasi dari representasi visual ke notasi matematika tanpa kehilangan makna konseptual. Murid kemampuan sedang menunjukkan representasi simbolik yang procedural. Pada **Gambar 6**, murid mampu menuliskan notasi matematika dengan benar ($2,5 \times 30^\circ = 75^\circ$), namun kadang terjadi inkonsistensi dalam penulisan. Terlihat adanya coretan perbaikan, di mana murid sempat menulis $\times 15^\circ$ (miskonsepsi dari jam konvensional) sebelum memperbaikinya menjadi $\times 30^\circ$.



Gambar 6. Lembar Jawaban Murid kemampuan Sengah Representasi Simbolik

Pola ini mengonfirmasi temuan bahwa $\pm 27\%$ murid mengalami miskonsepsi nilai dasar sektor yang bersumber dari konflik kognitif antara skema "jam konvensional" ($12 \text{ angka} \times 5 \text{ menit}$) dengan struktur Jam Geulis ($12 \text{ sektor} \times 30^\circ$), sebagaimana diidentifikasi Haji dan Valentino (2022).

Pada murid berkemampuan rendah, representasi simbolik bersifat fragmentaris atau bahkan absen. Sebagaimana terlihat pada **Gambar 7**, murid cenderung langsung menulis angka hasil akhir (misalnya "180" atau "120") tanpa menunjukkan proses operasi matematika. Jika ada notasi, sering kali terjadi kesalahan rumus yang konsisten, seperti menggunakan $\times 15^\circ$ alih-alih $\times 30^\circ$.

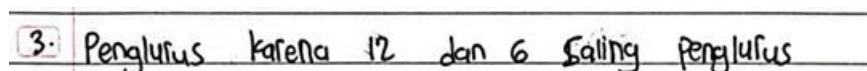


Gambar 7. Lembar Jawaban Murid kemampuan Rendah Representasi Simbolik

Ketidakhadiran notasi yang sistematis ini mengindikasikan bahwa murid rendah belum mampu mengabstraksikan pengalaman manipulatif (memutar jarum Jam Geulis) ke dalam bahasa simbolik matematika. Mereka terjebak pada tahap enaktif Bruner (1960) tanpa berhasil bertransisi ke tahap simbolik.

3. Representasi Verbal

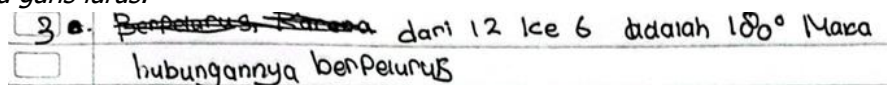
Murid berkemampuan tinggi menunjukkan kemampuan verbal yang relasional dan justifikatif. Pada **Gambar 8**, murid tidak hanya menyebutkan jenis sudut ("tumpul" atau "berpelurus"), tetapi juga memberikan justifikasi konseptual yang utuh. Misalnya: "*Berpelurus karena posisi jarum 12 dan 6 saling berpelurus membentuk garis lurus atau sudut tumpul.*"



Gambar 8. Lembar Jawaban Murid kemampuan Tinggi Representasi Verbal

Kemampuan artikulasi verbal ini menunjukkan bahwa murid tinggi telah mencapai representational flexibility yang matang, di mana mereka mampu melakukan translasi konsisten dari visual $\rightarrow$ simbolik $\rightarrow$ verbal tanpa kehilangan makna konseptual.

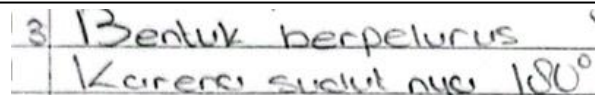
Murid berkemampuan sedang menunjukkan representasi verbal yang bersifat *example-based* dan terbatas. Pada **Gambar 9**, murid mampu menyebutkan nama sudut dengan benar ("tumpul", "lancip", "berpelurus"), namun justifikasi yang diberikan sangat pendek dan sering kali bersifat sirkular. Misalnya: "*Berpelurus karena sudutnya 180° tanpa mampu merumuskan definisi geometris bahwa kedua sinar garis membentuk satu garis lurus.*"



Gambar 9. Lembar Jawaban Murid kemampuan Sengah Representasi Verbal

Pola ini sesuai dengan temuan **Tabel 1** yang menunjukkan aspek verbal sebagai *bottleneck* utama (52% ketuntasan). Murid sedang mengalami *verbal fragmentation*, mereka mampu menghitung dengan benar, tetapi gagal mengartikulasikan mengapa jawaban tersebut benar. Ketiadaan justifikasi konseptual ini mengindikasikan bahwa skema kognitif murid masih berada pada tahap *contoh-based reasoning*, bukan generalisasi relasional.

Pada murid berkemampuan rendah, representasi verbal mengalami fragmentasi total atau absen. Sebagaimana terlihat pada **Gambar 10**, kolom jawaban verbal sering kali kosong, atau hanya berisi kata tunggal tanpa struktur kalimat matematis (misalnya "lurus", "tumpul", atau "rus" yang tidak jelas). Murid tidak mampu memberikan alasan matematis dan sepenuhnya bergantung pada stimulus visual.

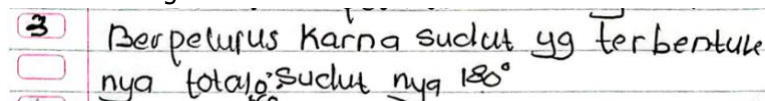


Gambar 10. Lembar Jawaban Murid kemampuan Tinggi Representasi Verbal

Temuan ini memperkuat argumen bahwa media manipulatif Jam Geulis efektif pada dimensi enaktif-ikonik (Bruner, 1960), namun tidak secara otomatis mengembangkan dimensi verbal tanpa *scaffolding* pedagogis yang eksplisit. Murid rendah membutuhkan intervensi berupa pertanyaan pemantik terstruktur (misalnya: "Mengapa sudut tersebut dikategorikan tumpul?", "Apa definisi sudut berpelurus?") untuk memaksa mereka bergerak dari sekadar melihat menuju menjelaskan.

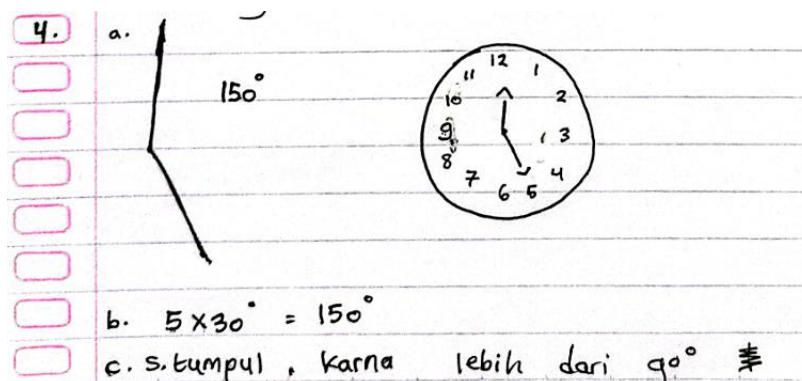
Dari dimensi etnomatematika, integrasi motif Batik Payung Geulis dalam desain Jam Geulis terbukti memberikan konteks yang meningkatkan keterlibatan emosional murid, sejalan dengan prinsip D'Ambrosio yang dielaborasi Prahmana dan D'Ambrosio (2020). Namun, temuan ini juga mengungkap bahwa kebermaknaan budaya tidak secara otomatis mentransfer ke pemahaman konseptual matematis, khususnya pada aspek verbal yang memerlukan *scaffolding* diskusi terstruktur.

Keterbatasan pada aspek verbal terlihat dari ketidakmampuan murid merumuskan justifikasi matematis. Seperti yang tampak pada **Gambar 11**, murid cenderung menggunakan penalaran sirkular dengan menyatakan 'berpelurus karena sudutnya 180° ', tanpa mampu mengartikulasikan definisi geometris bahwa kedua sinar garis membentuk satu garis lurus.



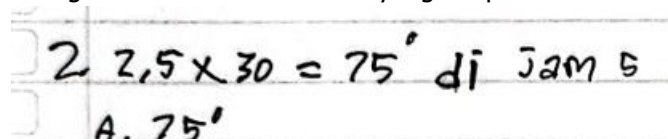
Gambar 11. Fragmentasi Representasi Verbal Murid pada Soal Hubungan Antar Sudut

Sebaliknya, murid berkemampuan tinggi menunjukkan fleksibilitas representasi yang matang. Pada **Gambar 12**, murid berhasil mengintegrasikan representasi visual (posisi jarum pada sektor 5), simbolik (perhitungan $5 \times 30^\circ = 150^\circ$) dan verbal (justifikasi klarifikasi sudut tumpul berdasarkan Batasan $> 90^\circ$) secara koheren."



Gambar 12. Konsistensi Translasi Antar-Representasi (Visual-Simbolik-Verbal) pada Murid Berkemampuan Tinggi

Menariknya, eksplorasi manipulatif memungkinkan murid mengonstruksi pemahaman spasial yang lebih kompleks, termasuk representasi pecahan sektor. Hal ini dibuktikan oleh temuan di mana murid secara mandiri merumuskan notasi $2,5 \times 30^\circ = 75^\circ$ (**Gambar 13**), yang menunjukkan bahwa kerangka visual Jam Geulis berhasil menurunkan beban kognitif murid dalam membayangkan posisi sudut non-bilangan bulat



Gambar 13. Konstruksi Simbolik Murid pada Representasi Pecahan Sektor

Dari dimensi etnomatematika, integrasi motif Batik Payung Geulis khas Tasikmalaya dalam desain Jam Geulis memberikan konteks yang meningkatkan keterlibatan emosional dan motivasi belajar murid, sejalan dengan prinsip D'Ambrosio yang dielaborasi Prahmana dan D'Ambrosio (2020) bahwa lintasan pembelajaran berbasis etnomatematika mampu menjembatani pengetahuan informal murid dengan konsep matematika formal secara lebih natural. Nugraha *et al.* (2023) juga mengonfirmasi bahwa eksplorasi elemen geometris pada motif batik tradisional memperkaya pemahaman spasial murid sekaligus menumbuhkan kesadaran budaya. Namun, dalam penelitian ini dimensi etnomatematika lebih berfungsi sebagai konteks dan motivator, bukan sebagai objek analisis matematis tersendiri, sehingga potensi eksplorasi geometris Payung Geulis (simetri rotasi, pola radial) belum dimaksimalkan secara penuh.

Berdasarkan temuan tersebut, implikasi penelitian ini terhadap bidang keilmuan pendidikan matematika adalah sebagai berikut. Pertama, secara teoretis, penelitian ini memperluas pemahaman tentang *Representational Flexibility* dengan menunjukkan bahwa media manipulatif berbasis etnomatematika efektif pada dimensi visual-simbolik namun tidak otomatis pada dimensi verbal, sehingga diperlukan model *scaffolding* verbal yang terintegrasi dalam desain aktivitas. Kedua, secara praktis, guru perlu memberikan penekanan eksplisit pada nilai dasar satu sektor (30°) sebelum murid merumuskan pola umum, menyediakan pertanyaan pemantik terstruktur (*"Mengapa kamu menyimpulkan demikian?"*), dan mengalokasikan waktu diskusi reflektif untuk melatih artikulasi matematis. Ketiga, bagi pengembangan media pembelajaran, Jam Geulis dapat diadaptasi dengan konteks etnomatematika lokal lain dan dikombinasikan dengan lembar refleksi tertulis untuk memperkuat aspek verbal. Penelitian selanjutnya disarankan menguji efektivitas desain pembelajaran terintegrasi ini dalam setting eksperimen dengan kelompok kontrol.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa profil representasi matematis murid kelas VII pada materi sudut melalui eksplorasi media Jam Geulis memiliki hierarki asimetris, di mana representasi visual menjadi kekuatan utama, diikuti representasi simbolik yang masih rentan terhadap miskonsepsi nilai dasar, serta representasi verbal yang menjadi hambatan (*bottleneck*) terbesar akibat lemahnya artikulasi justifikasi konseptual. Konsistensi translasi antar-representasi terbukti sangat bergantung pada kapabilitas verbal murid; MT menunjukkan fleksibilitas representasi yang utuh, sementara MR mengalami kekakuan representasi (*representational rigidity*). Pola kesalahan yang dominan bersumber dari konflik skema kognitif antara struktur jam konvensional dengan etnomatematika Jam Geulis. Meskipun media manipulatif bermuatan kearifan lokal efektif mengonstruksi pemahaman konkret pada dimensi visual dan simbolik, tercapainya fleksibilitas representasi yang komprehensif mensyaratkan adanya intervensi pedagogis yang secara eksplisit menargetkan penguatan komunikasi dan penalaran verbal matematis.

Berdasarkan temuan dan keterbatasan penelitian ini, direkomendasikan beberapa arah untuk penelitian selanjutnya. **Pertama**, dari dimensi teoretis dan pedagogis, penelitian selanjutnya disarankan untuk merancang dan menguji efektivitas model *scaffolding* verbal terstruktur yang diintegrasikan secara sistematis ke dalam aktivitas eksplorasi media Jam Geulis. Model ini dapat dikembangkan dalam bentuk prompt cards atau lembar refleksi tertulis yang memaksa murid untuk mengartikulasikan justifikasi konseptual setelah setiap tahapan manipulasi fisik, sehingga aspek verbal tidak lagi menjadi *afterthought* melainkan bagian integral dari proses konstruksi pengetahuan. Desain pembelajaran semacam ini dapat diuji melalui penelitian eksperimen kuasi dengan kelompok kontrol untuk mengukur peningkatan signifikan pada dimensi verbal dan integrasi antar-representasi.

Kedua, dari dimensi etnomatematika, penelitian ini baru mengeksplorasi motif Batik Payung Geulis sebagai konteks visual dan motivator, belum sebagai objek analisis matematis yang utuh. Penelitian selanjutnya direkomendasikan untuk mendalami potensi geometris motif Payung Geulis secara lebih komprehensif, misalnya dengan mengeksplorasi konsep simetri rotasi, pola radial, transformasi geometri, hingga fraktal yang terdapat dalam repetisi motifnya. Pendekatan ini akan memperkaya literatur etnomatematika Indonesia dan memberikan alternatif konteks budaya lokal yang dapat diadaptasi oleh guru di berbagai daerah. Selain itu, studi komparatif dapat dilakukan dengan mengadaptasi media Jam Geulis ke

dalam konteks etnomatematika budaya lain untuk menguji apakah pola hierarki representasi yang ditemukan dalam penelitian ini bersifat universal atau spesifik terhadap konteks budaya tertentu.

Ketiga, dari dimensi metodologis, penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas cakupan subjek tidak hanya pada tiga kategori kemampuan matematis, tetapi juga meninjau variabel moderator lain seperti gaya kognitif (*field dependent-independent*), tingkat kecemasan matematika (*math anxiety*), atau latar belakang budaya murid. Pendekatan *design-based research* juga dapat dipertimbangkan untuk mengembangkan lintasan pembelajaran (*learning trajectory*) yang lebih adaptif terhadap keragaman profil representasi murid.

Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi teoretis bagi pengembangan literatur representasi matematis dalam konteks etnomatematika, tetapi juga membuka berbagai peluang penelitian lanjutan yang dapat memperkaya praktik pembelajaran matematika yang lebih bermakna, kontekstual, dan berkeadilan di Indonesia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada dosen pembimbing mata kuliah *Computational Thinking* yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan masukan konstruktif selama proses perencanaan hingga penyelesaian penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada Kepala Sekolah dan seluruh dewan guru SMP Negeri 13 Tasikmalaya, khususnya guru mata pelajaran matematika kelas VII, yang telah memberikan izin, fasilitas, serta dukungan penuh selama pelaksanaan penelitian di lingkungan sekolah. Apresiasi turut ditujukan kepada seluruh murid kelas VII H SMP Negeri 13 Tasikmalaya atas partisipasi aktif dan antusiasme mereka dalam mengeksplorasi media Jam Geulis, sehingga data penelitian dapat terkumpul secara komprehensif. Semoga hasil penelitian ini memberikan kontribusi bermakna bagi pengembangan pembelajaran matematika berbasis etnomatematika di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Bruner, J. S. (1960). *The process of education*. Harvard University Press.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications.
- D'Ambrosio, U. (2001). *Ethnomathematics: Link between traditions and modernity*. Sense Publishers.
- Lesh, R., Post, T. R., & Behr, M. (1987). *Representations and translations among representations in mathematics learning and problem solving*. In C. Janvier (Ed.), *Problems of representation in the teaching and learning of mathematics* (hlm. 33–40). Lawrence Erlbaum Associates.
- Mainali, B. (2021). *Representation in teaching and learning mathematics*. International Journal of Learning, Teaching and Educational Research, 20(1), 1–21.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Moyer-Packenham, P. S., Bullock, E. K., Shumway, J. F., Tucker, S. I., Watts, C. M., Westenskow, A., Anderson-Pence, K. L., & Maahs-Fladung, C. (2015). The role of affordances in children's learning performance and efficiency when using virtual manipulative mathematics touch-screen apps. *Mathematics Education Research Journal*, 28(1), 129–147. <https://doi.org/10.1007/s13394-015-0161-z>
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*.
- Prahmana, R. C. I., & D'Ambrosio, U. (2020). *Learning geometry and values from patterns: Ethnomathematics on the batik patterns of Yogyakarta, Indonesia*. *Journal on Mathematics Education*, 11(3), 439–456.
- Putra, A. F. D. (2023). *Eksplorasi etnomatematika pada pembuatan layangan sendaren berdasarkan aspek fundamental Bishop*. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika (SEMANTIK)*.
- Risdiyanti, I., & Prahmana, R. C. I. (2018). *Ethnomathematics: Exploration in Javanese culture*. *Journal of Physics: Conference Series*, 943(1), 012032.
- Sugiyono, S., Satyagraha, H., Joelijani, W., & Syamsir, E. (2012). *Pengembangan granula ubi kayu yang disuplementasi dengan tepung kecambah kedelai*. *Pangan*, 21(2), 135–148.
- Sweller, J. (1988). *Cognitive load during problem solving: Effects on learning*. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285.
- Valentino, H. (2022). *Analisis kesulitan dan miskonsepsi siswa SMP pada materi garis dan sudut* *Jurnal Pendidikan Matematika*.