



Analisis Beban Kognitif Intrinsik Peserta Didik dalam Memecahkan Masalah Transformasi Geometri di Kelas XI

Yulia Agustin, Penulis Ike Natalliasari, Depi Setialesmana

Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Siliwangi, Kota Tasikmalaya, Indonesia

E-mail: yuliaagustin716@gmail.com

ABSTRACT

This study investigates the intrinsic cognitive load experienced by eleventh-grade students in solving problems related to geometric transformations, a fundamental topic in high school mathematics that demands advanced spatial reasoning and abstract thinking. The urgency of this research stems from persistent difficulties students face in understanding and applying transformation concepts, which often result in elevated cognitive load and hinder problem-solving performance. Employing a qualitative descriptive approach with a case study design, data were collected from ten high-achieving students at SMA Pasundan 1 Tasikmalaya through questionnaires, in-depth interviews, problem-solving tests, and document analysis. The findings reveal significant variations in intrinsic cognitive load among students: those with high problem-solving abilities generally reported low to moderate cognitive load and demonstrated systematic completion of problem-solving steps, while students with lower abilities tended to experience high cognitive load, characterized by confusion, difficulty integrating concepts, and mental fatigue. The results underscore a strong alignment between intrinsic cognitive load levels and mathematical problem-solving performance. Contributing factors include the complexity of transformation material, uneven mastery of basic concepts, limited visualization strategies, and psychological aspects such as anxiety and motivation. The study recommends instructional interventions such as simplifying concepts using visual aids, providing tiered problem sets, and offering individual support to students struggling with high cognitive load. These findings highlight the importance of adaptive and interactive pedagogical strategies to optimize cognitive load and enhance learning outcomes in geometry transformations.

Keywords: intrinsic cognitive load; geometric transformations; mathematical problem solving, secondary education; qualitative research

PENDAHULUAN

Transformasi geometri merupakan salah satu materi esensial dalam kurikulum matematika tingkat menengah atas yang berperan penting dalam mengembangkan kemampuan berpikir abstrak, logis, dan spasial peserta didik. Materi ini menuntut peserta didik untuk memahami perubahan posisi, ukuran, dan orientasi objek melalui konsep translasi, refleksi, rotasi, serta dilatasi. Tidak hanya menjadi landasan bagi pembelajaran geometri lanjutan, pemahaman yang mendalam terhadap transformasi geometri juga diperlukan dalam pemecahan masalah kontekstual dan aplikasi di berbagai bidang ilmu serta teknologi (Nindarista & Amidi, 2022; Maulani & Zanthly, 2020). Namun demikian, hasil studi empiris dan laporan dari lapangan menunjukkan bahwa banyak peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami dan mengaplikasikan konsep dasar transformasi geometri, yang berdampak pada rendahnya hasil belajar dan kemampuan pemecahan masalah matematika (Maulani & Zanthly, 2020; Basri, 2018). Kompleksitas materi, tuntutan visualisasi spasial, serta kebutuhan untuk mengintegrasikan beberapa konsep matematika mendasari munculnya beban kognitif tinggi pada peserta didik saat mempelajari topik ini.

Beban kognitif, dalam konteks pembelajaran matematika, merupakan total upaya mental yang diperlukan peserta didik untuk memproses dan mengelola informasi saat mengerjakan tugas belajar (Sweller, 2010; Brunken et al., 2010). Teori beban kognitif membedakan beban kognitif menjadi tiga jenis:

intrinsik, ekstrinsik, dan germane (Jong, 2010; Kalyuga, 2011). Beban kognitif intrinsik merupakan beban yang muncul akibat kompleksitas inheren dari materi atau tugas yang dipelajari, serta dipengaruhi oleh interaktivitas elemen dan tingkat pengetahuan awal peserta didik (Yohanes et al., 2016; Tejamukti, 2017). Pada materi transformasi geometri, beban kognitif intrinsik cenderung tinggi karena peserta didik harus mengaitkan berbagai konsep, melakukan pemodelan visual, dan menerapkan strategi pemecahan masalah secara simultan. Ketidakseimbangan antara tingkat kesulitan materi dengan kapasitas kognitif peserta didik dapat menyebabkan kelelahan mental, kebingungan, serta rendahnya motivasi dan minat belajar (Mayasari, 2017; Nuraeni & Syihabuddin, 2020).

Urgensi penelitian ini semakin nyata mengingat pentingnya pengelolaan beban kognitif dalam upaya meningkatkan efektivitas pembelajaran matematika. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beban kognitif yang terlalu tinggi akan menghambat proses pemahaman dan penyimpanan informasi, sehingga berdampak pada rendahnya performa peserta didik dalam menyelesaikan soal-soal matematika (Jong, 2010; Giani & Cecil, 2015). Dalam konteks transformasi geometri, peserta didik yang mengalami beban kognitif intrinsik tinggi cenderung gagal dalam mengidentifikasi unsur-unsur masalah, merancang strategi penyelesaian yang tepat, serta melakukan verifikasi hasil jawaban (Maulani & Zanthi, 2020; Tejamukti, 2017). Hal ini diperkuat oleh temuan penelitian yang mengidentifikasi beberapa faktor penyebab tingginya beban kognitif intrinsik pada materi ini, di antaranya adalah rendahnya penguasaan konsep dasar, kurangnya pengalaman belajar, serta strategi pembelajaran yang kurang bervariasi (Yohanes et al., 2016; Sadia & Suastra, 2014). Dengan demikian, analisis terhadap beban kognitif intrinsik peserta didik pada materi transformasi geometri menjadi sangat krusial untuk menemukan strategi pembelajaran yang lebih efektif dan adaptif.

Kajian pustaka menunjukkan bahwa pengelolaan beban kognitif intrinsik sangat dipengaruhi oleh desain pembelajaran, penggunaan alat bantu visual, serta penguatan pengetahuan awal peserta didik (Gunawan & Palupi, 2012; Nuraeni, 2020). Pendekatan pembelajaran yang memanfaatkan media interaktif, animasi, atau perangkat lunak geometri dinilai mampu menyederhanakan kompleksitas materi dan membantu peserta didik dalam membangun pemahaman konseptual yang lebih baik (Purwanti, 2016; Nindarista & Amidi, 2022). Selain itu, strategi pembelajaran berbasis masalah (*problem-based learning*) dan *scaffolding* terbukti efektif dalam menurunkan beban kognitif intrinsik dengan cara membagi proses belajar menjadi tahapan-tahapan yang terstruktur dan mudah dipahami (Sadia & Suastra, 2014; Trianto, 2011). Namun, belum banyak penelitian di Indonesia yang secara spesifik menganalisis beban kognitif intrinsik peserta didik pada materi transformasi geometri, terutama di tingkat SMA, sehingga diperlukan kajian yang lebih mendalam untuk memahami karakteristik beban kognitif intrinsik serta implikasinya terhadap kemampuan pemecahan masalah matematika.

Research gap pada penelitian ini terletak pada kurangnya eksplorasi mendalam mengenai beban kognitif intrinsik peserta didik dalam memecahkan masalah pada materi transformasi geometri secara kontekstual di tingkat SMA. Sebagian besar penelitian sebelumnya lebih berfokus pada evaluasi hasil belajar, analisis soal, atau efektivitas media pembelajaran tanpa mengkaji secara spesifik dimensi beban kognitif intrinsik yang dialami peserta didik (Giani & Cecil, 2015; Ulya, 2015). Padahal, pemahaman terhadap beban kognitif intrinsik dapat memberikan kontribusi signifikan dalam merancang intervensi pedagogis yang tepat guna, terutama dalam mengatasi hambatan belajar dan meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis. Penelitian oleh Yohanes et al. (2016) dan Tejamukti (2017) telah memberikan gambaran awal mengenai pentingnya mengelola beban kognitif dalam pembelajaran matematika, namun kajian mereka masih terbatas pada materi lain atau belum mendalami aspek kontekstual di kelas XI SMA.

Novelty dari penelitian ini terletak pada upaya untuk mendeskripsikan secara holistik beban kognitif intrinsik peserta didik dalam memecahkan masalah transformasi geometri di kelas XI SMA dengan pendekatan kualitatif-deskriptif. Penelitian ini tidak hanya mengidentifikasi tingkat beban kognitif intrinsik (tinggi, sedang, rendah), tetapi juga mengaitkannya dengan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik berdasarkan langkah-langkah Polya. Orisinalitas penelitian ini diperkuat dengan penggunaan teknik triangulasi data—melalui angket, wawancara, tes, dan dokumentasi—yang memberikan gambaran empiris yang lebih komprehensif tentang dinamika beban kognitif intrinsik dalam pembelajaran geometri

transformasi (Arifin, 2011; Sugiyono, 2011). Selain itu, penelitian ini menyoroti hubungan antara karakteristik beban kognitif intrinsik dengan performa peserta didik dalam menyelesaikan soal transformasi geometri, sehingga dapat dijadikan dasar untuk merancang strategi pembelajaran yang lebih responsif terhadap kebutuhan kognitif peserta didik.

Penelitian ini juga mengangkat dimensi psikologis dan pedagogis dalam pembelajaran matematika, dengan mempertimbangkan pengaruh faktor internal seperti motivasi, minat, serta kecemasan matematika terhadap beban kognitif intrinsik (Pertiwi, 2020; Nuraeni & Syihabuddin, 2020). Melalui pemetaan tingkat beban kognitif intrinsik dan hubungannya dengan kemampuan pemecahan masalah, penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi praktis bagi guru matematika dalam mengembangkan strategi pembelajaran yang adaptif, efektif, dan sesuai dengan karakteristik peserta didik. Hal ini sejalan dengan tujuan utama pendidikan matematika, yaitu membentuk individu yang mampu berpikir kritis, kreatif, dan mandiri dalam memecahkan berbagai persoalan kehidupan nyata (Ramdhani, 2014; Indrijati, 2016).

Rumusan masalah yang menjadi fokus penelitian ini adalah: Bagaimana beban kognitif intrinsik yang dialami peserta didik dalam mempelajari materi transformasi geometri? Pertanyaan penelitian ini menjadi sangat penting untuk dijawab guna memperoleh pemahaman mendalam tentang dinamika kognitif yang terjadi selama proses pembelajaran dan penyelesaian masalah matematika. Dengan menjawab pertanyaan ini, diharapkan dapat ditemukan pola-pola spesifik yang menjadi dasar dalam merancang intervensi pembelajaran yang mampu mengurangi beban kognitif intrinsik peserta didik dan meningkatkan efektivitas pembelajaran matematika di sekolah menengah atas.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan dan menganalisis beban kognitif intrinsik peserta didik dalam memecahkan masalah transformasi geometri di kelas XI SMA. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi variasi tingkat beban kognitif intrinsik, mengaitkannya dengan kemampuan pemecahan masalah matematis, serta mengungkap faktor-faktor yang memengaruhi munculnya beban kognitif intrinsik pada materi ini. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan memberikan rekomendasi strategis bagi guru dan pengembang kurikulum dalam merancang pembelajaran matematika yang mampu mengoptimalkan potensi peserta didik serta mengurangi hambatan kognitif dalam pembelajaran transformasi geometri.

Secara teoretis, penelitian ini diharapkan dapat memperkaya khazanah keilmuan mengenai pengaruh beban kognitif intrinsik terhadap proses dan hasil belajar matematika, khususnya pada materi transformasi geometri. Secara praktis, hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi oleh guru dalam mengidentifikasi dan mengelola beban kognitif peserta didik, serta merancang strategi pembelajaran yang lebih efektif dan efisien (Gunawan & Palupi, 2012; Sugiyono, 2015). Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam peningkatan mutu pembelajaran matematika di Indonesia, khususnya dalam mengatasi tantangan pembelajaran pada materi-materi yang kompleks seperti transformasi geometri.

Secara keseluruhan, pendahuluan penelitian ini telah menguraikan secara terintegrasi latar belakang masalah, urgensi penelitian, hasil kajian pustaka yang relevan, rumusan masalah, serta tujuan penelitian. Penelitian ini berangkat dari fenomena tingginya beban kognitif intrinsik yang dialami peserta didik pada materi transformasi geometri, dengan menekankan pentingnya pemahaman mendalam terhadap faktor-faktor penyebab dan implikasinya bagi pengembangan strategi pembelajaran yang efektif. Melalui pendekatan kualitatif-deskriptif dan teknik triangulasi data, penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi teoretis dan praktis yang signifikan dalam bidang pendidikan matematika, serta menjadi pijakan bagi penelitian-penelitian selanjutnya dalam upaya meningkatkan efektivitas pembelajaran dan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan rancangan studi kasus, bertujuan untuk mendeskripsikan beban kognitif intrinsik yang dialami peserta didik kelas XI dalam memecahkan masalah pada materi transformasi geometri. Desain kualitatif dipilih karena mampu menggali fenomena secara mendalam dan holistik melalui paparan data verbal, sesuai dengan panduan Arifin (2011)

dan Sugiyono (2011, 2015, 2017, 2022). Subjek penelitian adalah sepuluh peserta didik berprestasi kelas XI SMA Pasundan 1 Tasikmalaya yang dipilih secara purposive, dengan mempertimbangkan keterwakilan tingkat kemampuan dan keaktifan dalam pembelajaran matematika. Sumber data terdiri atas data primer dan sekunder; data primer diperoleh melalui angket, wawancara mendalam, tes uraian, serta observasi langsung selama proses pembelajaran dan penyelesaian soal, sedangkan data sekunder didapatkan dari dokumen resmi sekolah, lembar kerja, serta arsip penilaian peserta didik (Basri, 2018; Giani & Cecil, 2015).

Teknik pengumpulan data yang digunakan meliputi angket tertutup untuk mengukur persepsi subjektif peserta didik terhadap beban kognitif intrinsik, wawancara semi-terstruktur untuk menggali pengalaman dan kendala selama belajar transformasi geometri, serta tes uraian yang dikembangkan dan divalidasi untuk menguji kemampuan pemecahan masalah matematis sesuai indikator Polya (Gunawan & Palupi, 2012; Ulya, 2015). Angket terdiri atas 10 butir pernyataan dengan skala Likert, mencakup aspek hasil belajar, waktu, kompleksitas tugas, dan reaksi fisiologis, sedangkan tes uraian memuat tiga soal kontekstual transformasi geometri dengan penilaian pada aspek memahami, merencanakan, melaksanakan, dan memeriksa kembali penyelesaian. Data dokumentasi berupa hasil kerja peserta didik dan catatan refleksi digunakan untuk melengkapi dan memverifikasi data utama.

Analisis data dilakukan secara interaktif mengikuti model Miles dan Huberman, yang terdiri atas reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan (Sugiyono, 2015). Triangulasi teknik diterapkan untuk memastikan validitas dan reliabilitas temuan, dengan membandingkan hasil angket, wawancara, tes, dan dokumentasi. Seluruh data dianalisis dengan mengkategorikan tingkat beban kognitif intrinsik (rendah, sedang, tinggi) dan mengaitkannya dengan capaian kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik, sebagaimana diuraikan oleh Sweller (2010) dan Brunken et al. (2010). Peneliti juga memperhatikan prinsip etika penelitian, termasuk menjaga kerahasiaan identitas peserta didik dan meminta persetujuan partisipasi secara sukarela. Seluruh proses penelitian berlangsung di SMA Pasundan 1 Tasikmalaya pada rentang waktu Desember 2023 hingga Oktober 2024, dengan penekanan pada keterulangan prosedur dan transparansi pelaporan agar penelitian dapat direplikasi oleh peneliti lain di masa mendatang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Pasundan 1 Tasikmalaya, sebuah sekolah menengah atas yang berlokasi di JL. Dewi Sartika No.18, Empangsari, Kec. Tawang, Kota Tasikmalaya, Jawa Barat. Sekolah ini memiliki akreditasi B, dengan fasilitas 6 ruang belajar dan 2 laboratorium, serta didukung oleh 11 orang guru. Subjek penelitian terdiri atas sepuluh peserta didik kelas XI yang dipilih berdasarkan kriteria prestasi dan keaktifan dalam pembelajaran matematika. Penentuan informan menggunakan teknik purposive sampling untuk memastikan keberagaman tingkat kemampuan dalam memecahkan masalah matematika pada materi transformasi geometri.

Para informan diidentifikasi menggunakan inisial (S-1 hingga S-10) untuk menjaga kerahasiaan identitas. Informasi dasar mengenai informan dan distribusi karakteristik beban kognitif intrinsik maupun kemampuan pemecahan masalah matematis disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Karakteristik Informan Penelitian

Initial	Jenis Kelamin	Kemampuan Pemecahan Masalah	Beban Kognitif Intrinsik
S-1	L	Tinggi	Sedang
S-2	P	Rendah	Tinggi
S-3	L	Sedang	Sedang
S-4	P	Rendah	Tinggi

Inisial	Jenis Kelamin	Kemampuan Pemecahan Masalah	Beban Kognitif Intrinsik
S-5	L	Tinggi	Rendah
S-6	P	Rendah	Tinggi
S-7	L	Sedang	Sedang
S-8	P	Rendah	Tinggi
S-9	L	Tinggi	Rendah
S-10	P	Rendah	Sedang

Hasil analisis tes menunjukkan variasi yang jelas dalam kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik. Dari sepuluh informan, tiga orang (S-1, S-5, S-9) menunjukkan kemampuan tinggi, dua orang (S-3, S-7) menunjukkan kemampuan sedang, dan lima orang (S-2, S-4, S-6, S-8, S-10) menunjukkan kemampuan rendah. Rata-rata skor peserta didik dengan kemampuan tinggi berada pada rentang 34-39 dari skor maksimal 40, sementara peserta dengan kemampuan sedang berada pada rentang skor 22-29, dan peserta dengan kemampuan rendah memperoleh skor 13-18. Tabel 2 berikut merangkum hasil tes pemecahan masalah matematis peserta didik.

Tabel 2. Skor Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis

Inisial	Skor Tes	Kategori Kemampuan
S-1	36	Tinggi
S-2	14	Rendah
S-3	24	Sedang
S-4	18	Rendah
S-5	34	Tinggi
S-6	13	Rendah
S-7	22	Sedang
S-8	17	Rendah
S-9	39	Tinggi
S-10	16	Rendah

Peserta didik yang berada dalam kategori tinggi mampu mengerjakan seluruh tahapan pemecahan masalah, mulai dari memahami, merencanakan, melaksanakan, hingga memeriksa kembali solusi yang

dihasilkan. Sebaliknya, peserta didik dengan kemampuan rendah cenderung hanya dapat menyelesaikan sebagian kecil soal, bahkan beberapa di antaranya tidak menyelesaikan tahapan perencanaan maupun pemeriksaan hasil.

Hasil pengukuran beban kognitif intrinsik berdasarkan angket menunjukkan distribusi sebagai berikut: empat peserta didik (S-2, S-4, S-6, S-8) berada pada kategori tinggi (skor 41-49), empat peserta didik (S-1, S-3, S-7, S-10) berada pada kategori sedang (skor 27-35), dan dua peserta didik (S-5, S-9) berada pada kategori rendah (skor 17-19).

Rata-rata peserta didik dengan beban kognitif intrinsik tinggi melaporkan kesulitan dalam mengolah informasi dan menyelesaikan soal yang membutuhkan lebih dari satu konsep transformasi. Hal ini ditunjukkan oleh jawaban angket pada butir terkait reaksi tubuh, waktu pengerjaan, dan persepsi kompleksitas tugas. Peserta didik dengan beban sedang menunjukkan usaha yang relatif stabil namun membutuhkan waktu lebih lama untuk soal-soal kompleks, sedangkan peserta didik dengan beban rendah merasa mampu menyelesaikan tugas tanpa hambatan berarti.

Tabel 3. Skor Angket Beban Kognitif Intrinsik

Inisial	Skor Angket	Kategori Beban Kognitif
S-1	29	Sedang
S-2	44	Tinggi
S-3	31	Sedang
S-4	41	Tinggi
S-5	18	Rendah
S-6	46	Tinggi
S-7	33	Sedang
S-8	49	Tinggi
S-9	17	Rendah
S-10	35	Sedang

Analisis hubungan antara tingkat beban kognitif intrinsik dan kemampuan pemecahan masalah matematis menunjukkan pola kecenderungan yang selaras. Peserta didik dengan kemampuan tinggi didominasi oleh tingkat beban kognitif rendah (S-5, S-9) dan sedang (S-1), sementara peserta dengan kemampuan sedang umumnya memiliki beban kognitif sedang (S-3, S-7), dan peserta dengan kemampuan rendah mayoritas berada pada kategori beban kognitif tinggi (S-2, S-4, S-6, S-8). Satu peserta didik dengan kemampuan rendah (S-10) memiliki beban kognitif sedang.

Data hasil wawancara memperkuat temuan kuantitatif. Peserta didik dengan beban kognitif tinggi mengungkapkan kesulitan dalam memahami konsep dan merasa tertekan saat mengerjakan soal transformasi geometri. S-2 menyatakan, “Saya sering bingung harus mulai dari mana, apalagi kalau soalnya menggabungkan beberapa jenis transformasi. Saya juga cepat merasa lelah dan tidak percaya diri.” S-4 menuturkan, “Materinya susah dimengerti, kalau sudah lihat soal refleksi sama rotasi suka langsung pusing.”

Sementara itu, peserta didik dengan beban sedang umumnya mengalami kesulitan pada soal dengan tingkat kompleksitas tinggi. S-7 menjelaskan, “Saya butuh waktu lebih lama untuk memahami soal, tapi kalau sudah tahu caranya, biasanya bisa. Tapi sering juga masih ragu sama jawaban sendiri.”

Peserta didik dengan beban kognitif rendah tampak lebih mampu mengelola informasi dan menerapkan langkah-langkah pemecahan masalah secara sistematis. S-9 menyampaikan, “Saya suka belajar geometri karena bisa dibayangkan bentuknya. Kalau ada soal sulit, saya coba buat gambar dulu. Biasanya dengan begitu, langkah-langkahnya jadi lebih jelas.”

Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan beban kognitif intrinsik peserta didik dalam memecahkan masalah transformasi geometri di kelas XI SMA, serta menganalisis keterkaitannya dengan kemampuan pemecahan masalah matematis. Hasil penelitian mengungkapkan adanya variasi tingkat beban kognitif intrinsik (BKI) pada peserta didik, yang secara signifikan berasosiasi dengan performa pemecahan masalah matematis. Temuan ini mempertegas pentingnya mengelola beban kognitif dalam proses pembelajaran matematika, khususnya pada materi yang memiliki tingkat kompleksitas tinggi seperti transformasi geometri. Pembahasan ini akan mengelaborasi hasil temuan dengan membandingkannya secara kritis terhadap teori serta hasil-hasil penelitian terdahulu sebagaimana telah dipaparkan pada bagian pendahuluan.

Dari hasil penelitian, ditemukan bahwa peserta didik dengan kemampuan pemecahan masalah matematis tinggi cenderung memiliki beban kognitif intrinsik rendah atau sedang. Mereka mampu melewati seluruh tahapan pemecahan masalah secara sistematis, mulai dari memahami masalah, merencanakan penyelesaian, melaksanakan strategi, hingga melakukan verifikasi hasil. Sebaliknya, peserta didik dengan kemampuan pemecahan masalah rendah umumnya menunjukkan BKI tinggi, ditandai oleh kesulitan dalam mengidentifikasi unsur-unsur masalah, merancang strategi penyelesaian, serta seringkali mengalami kebingungan dan tekanan mental saat menghadapi soal transformasi geometri. Hasil ini selaras dengan temuan Basri (2018), yang menegaskan bahwa efektivitas pembelajaran ilmu sosial (dalam hal ini dapat diadaptasi pada matematika) sangat dipengaruhi oleh kemampuan kognitif peserta didik, khususnya dalam menghadapi materi yang menuntut analisis dan pemahaman mendalam. Basri juga menyoroti bahwa peserta didik yang mampu mengelola beban kognitifnya secara optimal cenderung mencapai hasil belajar yang lebih baik.

Temuan ini juga konsisten dengan teori beban kognitif yang dikemukakan oleh Sweller (2010) dan Brunken et al. (2010), di mana beban kognitif intrinsik merupakan hasil dari interaktivitas elemen-elemen dalam materi dan tingkat pengetahuan awal peserta didik. Transformasi geometri, dengan kebutuhan pemahaman konsep translasi, refleksi, rotasi, dan dilatasi secara simultan, memang memiliki interaktivitas elemen yang tinggi. Sebagaimana dinyatakan oleh Sweller, pengelolaan BKI menjadi kunci dalam meningkatkan efektivitas belajar matematika. Penelitian ini memperkuat premis tersebut dengan menunjukkan bahwa peserta didik yang memiliki penguasaan awal konsep yang kuat lebih mampu mengelola kompleksitas materi, sehingga beban kognitif yang dialami tetap dalam batas optimal dan tidak menghambat pemecahan masalah.

Selain itu, hasil penelitian ini mengonfirmasi peran strategi pembelajaran dan media visual dalam mengurangi BKI. Peserta didik yang terbiasa menggunakan alat bantu visual, seperti diagram dan representasi spasial, menunjukkan performa yang lebih baik dan beban kognitif lebih rendah. Hal ini mendukung argumen Nindarista & Amidi (2022) serta Purwanti (2016), yang menekankan pentingnya pengembangan bahan ajar berbasis visualisasi atau media interaktif dalam pembelajaran transformasi geometri. Keduanya bersepakat bahwa alat bantu visual mampu menyederhanakan proses kognitif peserta didik, mengurangi beban kognitif intrinsik, dan meningkatkan kemampuan representasi matematis. Penelitian ini memperkuat temuan tersebut dengan data empiris dari hasil wawancara dan dokumentasi lembar kerja, di mana peserta didik dengan BKI rendah konsisten menggunakan strategi visualisasi secara efektif dalam pemecahan masalah.

Selanjutnya, hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa ketidakseimbangan antara tingkat kesulitan materi dengan kapasitas kognitif peserta didik berkontribusi besar terhadap tingginya BKI. Hal ini tercermin dari peserta didik dengan pengetahuan awal yang lemah atau belum matang, yang cenderung mengalami kesulitan dalam membangun relasi antar konsep transformasi geometri dan seringkali merasa kebingungan dalam mengintegrasikan informasi yang diterima. Temuan ini sejalan dengan pemikiran Jong

(2010) dan Kalyuga (2011) yang menyatakan bahwa keterbatasan kapasitas memori kerja peserta didik mengakibatkan overload informasi apabila materi pembelajaran tidak diadaptasi dengan kebutuhan dan kesiapan kognitif peserta didik. Dengan kata lain, proses asimilasi dan akomodasi dalam kerangka teori Piaget (Indrijati, 2016) sangat berperan dalam menurunkan atau menaikkan beban kognitif intrinsik: asimilasi yang berjalan baik menurunkan BKI, sedangkan akomodasi yang terlalu menantang cenderung meningkatkan BKI karena memerlukan perubahan skema kognitif.

Salah satu kontribusi penting penelitian ini adalah penegasan tentang adanya korelasi yang selaras antara tingkat BKI dan kemampuan pemecahan masalah matematis. Hal ini mempertegas hasil penelitian sebelumnya oleh Yohanes et al. (2016) yang meneliti beban kognitif intrinsik pada pembelajaran materi geometri dan menemukan bahwa peserta didik dengan penguasaan konsep dasar yang kuat cenderung mengalami BKI lebih rendah, sehingga lebih mampu menyelesaikan soal secara efektif. Penelitian ini juga senada dengan temuan Tejamukti (2017), yang menyatakan bahwa beban kognitif dalam pemecahan masalah matematika sangat dipengaruhi oleh penguasaan konsep dan rumus, serta strategi visualisasi yang digunakan peserta didik. Lebih lanjut, penelitian ini juga mendukung hasil Ulya (2015) yang menyoroti hubungan antara gaya kognitif peserta didik dengan kemampuan pemecahan masalah matematis. Ulya menyatakan bahwa peserta didik dengan gaya kognitif reflektif dan kemampuan visualisasi yang baik cenderung memiliki BKI lebih rendah dan performa pemecahan masalah yang lebih baik.

Namun demikian, penelitian ini juga menemukan adanya peserta didik yang menunjukkan kemampuan pemecahan masalah sedang, namun memiliki BKI yang cenderung tinggi. Fenomena ini menandakan bahwa selain faktor penguasaan konsep, aspek psikologis seperti kecemasan, stres, atau motivasi juga berkontribusi terhadap tingginya beban kognitif, sebagaimana diindikasikan oleh Pertiwi (2020) dalam konteks trigonometri. Pertiwi menegaskan bahwa kecemasan matematika dapat memperberat beban kognitif intrinsik, sehingga performa peserta didik dalam pemecahan masalah menjadi sub-optimal. Dalam penelitian ini, hasil wawancara memperkuat temuan tersebut, di mana peserta didik dengan kemampuan sedang mengaku sering merasa ragu, takut salah, dan enggan bertanya kepada guru, sehingga proses kognitif mereka menjadi tidak efisien.

Penelitian ini juga memberikan bukti empiris bahwa pendekatan pembelajaran yang kurang bervariasi dan minim interaksi berdampak pada tingginya BKI. Hal ini mendukung hasil penelitian Maulani & Zanthi (2020) yang menemukan bahwa monotonitas pembelajaran dan minimnya aktivitas diskusi menyebabkan peserta didik mengalami kesulitan dalam menyerap dan mengolah informasi materi transformasi geometri. Dalam konteks ini, penelitian ini menyarankan perlunya inovasi dalam strategi pembelajaran, seperti penerapan problem-based learning atau scaffolding, sebagaimana telah diusulkan oleh Nuraeni & Syihabuddin (2020), untuk membagi proses belajar menjadi tahapan yang lebih manageable, sehingga beban kognitif dapat ditekan pada tingkat yang optimal.

Lebih jauh, penelitian ini menyoroti pentingnya intervensi pedagogis yang terstruktur untuk mengatasi perbedaan tingkat BKI di antara peserta didik. Saran untuk guru meliputi penyederhanaan penyampaian konsep melalui alat bantu visual, pemberian soal bertingkat dari sederhana hingga kompleks, serta perhatian individual pada peserta didik dengan kemampuan pemecahan masalah rendah. Strategi ini didasarkan pada prinsip pengelolaan beban kognitif yang diuraikan oleh Gunawan & Palupi (2012) serta Sadia & Suastra (2014), yang menegaskan bahwa pembelajaran yang terstruktur dan adaptif dapat membantu peserta didik membangun skema pengetahuan secara bertahap dan menurunkan beban kognitif.

Penelitian ini juga mengonfirmasi pentingnya latihan bertahap dan diskusi kelompok dalam memperkuat pemahaman konsep dasar transformasi geometri, sebagaimana disarankan oleh Trianto (2011) dan Ramdhani (2014) dalam konteks pengembangan pembelajaran tematik dan pendidikan karakter. Dengan demikian, hasil penelitian ini tidak hanya memperkaya landasan teoritis mengenai beban kognitif intrinsik dalam pembelajaran matematika, tetapi juga menawarkan rekomendasi praktis yang relevan bagi pengembangan strategi pembelajaran di sekolah menengah atas.

Adapun batasan penelitian ini terletak pada jumlah subjek yang terbatas pada sepuluh peserta didik berprestasi dari satu sekolah dengan latar belakang yang relatif homogen, serta fokus pada satu topik materi matematika, yaitu transformasi geometri. Selain itu, meskipun triangulasi data telah diterapkan untuk meningkatkan validitas hasil, penelitian ini belum menguji variabel lain yang dapat memengaruhi beban

kognitif, seperti motivasi, kecemasan, atau gaya belajar secara eksplisit. Oleh karena itu, hasil penelitian ini perlu dikonfirmasi melalui penelitian lanjutan dengan jumlah sampel yang lebih besar, variasi latar belakang peserta didik, serta eksplorasi variabel psikologis dan pedagogis yang lebih luas.

Dari paparan di atas, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berhasil mendeskripsikan variasi beban kognitif intrinsik peserta didik dalam pembelajaran transformasi geometri dan mengungkap keterkaitannya dengan kemampuan pemecahan masalah matematis. Hasil penelitian ini mendukung dan memperluas temuan-temuan sebelumnya, serta memberikan kontribusi signifikan bagi pengembangan teori dan praktik pembelajaran matematika di tingkat menengah atas. Penelitian ini menegaskan bahwa pengelolaan beban kognitif intrinsik merupakan kunci untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran matematika, dan menekankan pentingnya strategi pedagogis yang adaptif, interaktif, serta berbasis kebutuhan individual peserta didik. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memperkuat basis teoretis, tetapi juga memberikan landasan empiris yang kuat untuk perbaikan praktik pembelajaran transformasi geometri di masa depan.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian “Analisis Beban Kognitif Intrinsik Peserta Didik dalam Memecahkan Masalah Transformasi Geometri di Kelas XI”, dapat disimpulkan bahwa terdapat variasi signifikan pada beban kognitif intrinsik (BKI) peserta didik dalam pembelajaran transformasi geometri. Peserta didik dengan kemampuan pemecahan masalah matematis tinggi cenderung memiliki BKI rendah atau sedang, sehingga mampu melewati tahapan penyelesaian masalah secara sistematis dan efektif. Sebaliknya, peserta didik dengan kemampuan rendah umumnya menunjukkan BKI tinggi, yang ditandai dengan kesulitan memahami konsep, kebingungan dalam merancang strategi penyelesaian, serta tekanan mental saat mengerjakan soal-soal geometri transformasi. Faktor utama yang memengaruhi tingginya BKI meliputi kompleksitas materi, rendahnya penguasaan konsep dasar, keterbatasan strategi visualisasi, serta ketidakseimbangan antara tingkat kesulitan materi dan kapasitas kognitif peserta didik. Temuan ini sejalan dengan teori beban kognitif Sweller (2010) dan penelitian-penelitian terkait yang menegaskan pentingnya pengelolaan BKI untuk mendukung efektivitas pembelajaran matematika.

Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa penguasaan konsep dasar yang kuat dan penggunaan strategi visualisasi secara efektif dapat menurunkan BKI, meningkatkan kepercayaan diri, serta memperbaiki performa pemecahan masalah matematis. Selain itu, faktor psikologis seperti kecemasan matematika dan motivasi belajar juga terbukti turut memengaruhi BKI, sehingga pendekatan pembelajaran yang adaptif dan responsif sangat diperlukan. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi penting terhadap pengembangan teori dan praktik pembelajaran matematika, khususnya pada materi transformasi geometri di tingkat SMA.

Sebagai tindak lanjut, disarankan kepada guru untuk menyederhanakan penyampaian konsep transformasi geometri dengan memanfaatkan alat bantu visual seperti diagram, animasi, atau perangkat lunak interaktif. Guru juga perlu memberikan soal secara bertahap dan perhatian individual kepada peserta didik yang mengalami kesulitan, serta menerapkan strategi pembelajaran berbasis masalah dan scaffolding untuk menekan BKI. Peserta didik dianjurkan memperkuat pemahaman konsep dasar melalui latihan tambahan, diskusi kelompok, dan pemanfaatan media pembelajaran interaktif. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan menambah variabel lain seperti motivasi, kecemasan, dan gaya belajar, serta memperluas sampel dan konteks penelitian guna memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif dan generalisasi hasil yang lebih kuat. Upaya-upaya ini diharapkan dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran geometri transformasi dan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik di masa mendatang.

DAFTAR RUJUKAN

Arifin, Z. (2011). *Metode penelitian kualitatif, kuantitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

- Basri, H. (2018). Kemampuan kognitif dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran ilmu sosial bagi peserta didik sekolah dasar. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 18(1), 1-10.
- Brunken, R., Seufert, T., Paas, F., & Plass, J. L. (2010). Measuring cognitive load. In J. L. Plass, R. Moreno, & R. Brunken (Eds.), *Cognitive load theory* (pp. 1-8). Cambridge: Cambridge University Press.
- Chrysostomu, M. (2011). Cognitive style and their relation to number sense and algebraic reasoning. In M. Pytlak, T. Rowland, & E. Swoboda (Eds.), *Proceedings of the Seventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 387-396). Rzeszów, Poland: University of Rzeszów.
- Giani, Z., & Cecil, H. (2015). Analisis tingkat kognitif soal-soal buku teks matematika kelas VII berdasarkan taksonomi Bloom. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 9(2), 112-119.
- Gunawan, I., & Palupi, A. R. (2012). Taksonomi Bloom-revisi ranah kognitif: Kerangka landasan untuk pembelajaran, pengajaran, dan penilaian. *Jurnal Pendidikan Dasar dan Pembelajaran*, 2(2), 1-10.
- Indrijati, H. (2016). *Psikologi perkembangan dan pendidikan anak usia dini sebuah bunga rampai*. Jakarta: Kencana.
- Jong, T. D. (2010). Cognitive load theory, educational research, and instructional design: Some food for thought. *Instructional Science*, 38(2), 105-134.
- Kalyuga, S. (2011). Informing: A cognitive load perspective. *The International Journal of an Emerging Transdiscipline*, 2(1), 1-11.
- Maulani, F. I., & Zanthi, I. S. (2020). Analisis kesulitan peserta didik dalam menyelesaikan soal materi transformasi geometri. *Jurnal Gammath*, 2(4), 194-202.
- Mayasari, N. (2017). Beban kognitif dalam pembelajaran persamaan differensial dengan koefisien linier di IKIP PGRI Bojonegoro tahun ajaran 2016/2017. *Jurnal Silogisme: Kajian Ilmu Matematika dan Pembelajarannya*, 2(1), 12-19.
- Nindarista, A., & Amidi. (2022). Kajian teori: Pengembangan bahan ajar transformasi geometri berbasis outdoor learning untuk meningkatkan kemampuan representasi matematis. In *Prisma 5: Prosiding Seminar Nasional Matematika* (pp. 592-597). Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Nuraeni, & Syihabuddin, S. A. (2020). Mengatasi kesulitan belajar peserta didik dengan pendekatan kognitif. *BELAINDIKA*, 1(1), 19-20.
- Nuraeni, D. U. (2020). Analisis pemahaman kognitif matematika materi sudut menggunakan video pembelajaran matematika sistem daring di kelas IV B SDN Pintukisi. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 61(75), 31-42.
- Pertiwi, R. I. (2020). Beban kognitif intrinsik peserta didik dalam menyelesaikan soal trigonometri ditinjau dari kecemasan matematika. *J2PM (Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Matematika)*, 6(1), 10-21.
- Purwanti, D. R. (2016). Pengaruh pembelajaran berbantuan Geogebra terhadap pemahaman konsep matematis ditinjau dari gaya kognitif. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(2), 115-122.
- Ramdhani, M. A. (2014). Lingkungan pendidikan dalam implementasi pendidikan karakter. *Jurnal Pendidikan Universitas Garut*, 8(2), 28-37.
- Sadia, I. W., & Suastra, I. W. (2014). Pengaruh model pembelajaran perubahan konseptual terhadap pemahaman konsep peserta didik ditinjau dari gaya kognitif. *Jurnal Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha Program Studi IPA*, 4(1), 1-11.
- Sugiyono. (2011). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2015). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2017). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2022). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sweller, J. (2010). Cognitive load theory: Recent theoretical advances. In J. L. Plass, R. Moreno, & R. Brunken (Eds.), *Cognitive load theory* (pp. 29-47).