

Analisis Kemampuan Spasial Siswa Berdasarkan Cognitive Load Theory Siswa Kelas XII SMA N 13 Kota Jambi

Ira Rachmawati^{1*}, Husni Sabil², Ranisa Junita³

^{1, 2, 3} Universitas Jambi, Indonesia

INFO ARTIKEL

Original Research

Article History

Received : 07-02-2025

Accepted : 21-04-2025

Published : 30-07-2025

Keywords:

spatial ability; cognitive load theory; geometry.

*Correspondence email:

ranisa.junita@unja.ac.id

ABSTRACT: *This research was conducted with the background of the problem of low spatial ability of students in three-dimensional material and this study aims to analyze students' spatial ability based on the cognitive load that students have during three-dimensional learning. The approach of this research is a qualitative approach and the type of research is descriptive research. The data obtained in this study include qualitative data obtained from observation sheets, tests, interviews, and documentation. To check the validity of the data using the data triangulation method. The subjects in this study were students of class XII IPA 3 SMA Negeri 13 Kota Jambi. The results of the study obtained that the spatial ability in students is still low and there is a cognitive load on students. The cognitive load that appears in learning can be seen from the complexity of the material being studied, media, methods, and learning strategies carried out by teachers. To improve students' spatial abilities, teachers can design learning with the right media, methods, and strategies so as to minimize the cognitive load on students*

ABSTRAK: *Penelitian ini dilakukan dengan latar belakang masalah yaitu rendahnya kemampuan spasial siswa pada materi dimensi tiga dan penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan spasial siswa berdasarkan beban kognitif yang dimiliki siswa pada saat pembelajaran dimensi tiga. Pendekatan penelitian ini adalah pendekatan kualitatif dan jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif. Data yang diperoleh dalam penelitian ini meliputi data kualitatif yang diperoleh dari lembar observasi, tes, wawancara, dan dokumentasi. Untuk pengecekan keabsahan data menggunakan metode triangulasi data. Subjek dalam penelitian ini adalah siswa kelas XII IPA 3 SMA Negeri 13 Kota Jambi. Hasil penelitian yang diperoleh bahwa kemampuan spasial terdapat pada siswa masih rendah dan terdapat beban kognitif pada diri siswa. Beban kognitif yang muncul dalam pembelajaran dapat terlihat dari kompleksitas materi yang dipelajari, media, metode, dan strategi pembelajaran yang dilakukan oleh guru. Untuk meningkatkan kemampuan spasial siswa guru dapat mendesain pembelajaran dengan media, metode, dan strategi yang tepat sehingga dapat meminimalkan beban kognitif pada diri siswa*

Correspondence Address: Jln. Raya Jambi – Muara Bulian KM.15 Mendalo Darat, Jambi Luar Kota, Muaro Jambi, Jambi, Indonesia; e-mail: ranisa.junita@unja.ac.id

How to Cite (APA 6th Style): Rachmawati, I., Sabil. H., Junita. R., (2025). Analisis Kemampuan Spasial Siswa Berdasarkan Cognitive Load Theory Pada Siswa Kelas XII SMA N 13 Kota Jambi. Jurnal PEKA (Pendidikan Matematika), 09 (01): 62-76 DOI: 10.37150/3hysnw33.

Copyright: Rachmawati, I., Sabil. H., Junita. R., (2025).

Competing Interests Disclosures: The authors declare that they have no significant competing financial, professional or personal interests that might have influenced the performance or presentation of the work described in this manuscript.

PENDAHULUAN

Matematika merupakan salah satu mata pelajaran yang ada dari jenjang pendidikan sekolah dasar hingga perguruan tinggi. Salah satu cabang matematika yang erat kaitannya dengan kehidupan sehari-hari adalah geometri. Geometri memiliki peran penting dalam pondasi dasar yang mendukung penguasaan konsep aljabar, bilangan, aritmatika serta konsep matematika selanjutnya (Novita et al., 2018). Pada pembelajaran matematika, geometri merupakan salah satu materi yang sangat penting karena sifatnya yang sangat esensial dan sangat terkait dengan kehidupan sehari-hari. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya aktivitas siswa yang seringkali bersentuhan dengan benda-benda sebagai representasi berdasarkan bentuk-bentuk geometri yang dipelajari di sekolah. Dimensi tiga merupakan nama lain dari geometri ruang yang merupakan salah satu objek kajian matematika yang dapat dilihat keabstrakannya (Santi & Firmasari, 2018).

Dimensi tiga merupakan salah satu bagian dari geometri yang membahas tentang bangun ruang seperti kubus, balok, limas, dan sebagainya, serta membahas objek abstrak seperti titik, garis, dan bidang. Objek tersebut didapatkan melalui proses abstraksi benda-benda konkret dalam kehidupan sehari-hari (Novita et al., 2018). Dalam dimensi tiga sangat diperlukan pemikiran yang imajinatif guna mempelajari hubungan-hubungan antar titik, garis, dan bidang. Dimensi tiga memuat banyaknya konsep-konsep terkait dengan objek yang abstrak, menjadi salah satu penyebab siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi dimensi tiga. Kesulitan yang dialami siswa dalam memahami materi dimensi tiga disebabkan karena konsep matematika yang abstrak merupakan tantangan bagi siswa dalam belajar matematika.

Belajar merupakan suatu kegiatan mental yang dilakukan siswa untuk memperoleh suatu pengetahuan (Yohanes & Lusbiantoro, 2019). Siswa memerlukan kemampuan mental atau pikiran saat mereka melakukan kegiatan belajar (Slavin, 2009). Setiap orang memiliki kemampuan dan gaya belajar yang berbeda-beda, dan mereka semua memiliki cara unik tersendiri dalam menyerap informasi yang masuk ke kepala mereka. Kemampuan mental atau pikiran ini terkait dengan perkembangan kognitif siswa yang dimiliki untuk belajar. Selama kegiatan belajar siswa akan menggunakan kemampuan yang ada pada kognitif mereka. Semakin aktif siswa dalam kegiatan belajar, maka akan semakin kuat pula perkembangan kognitifnya (Yohanes & Lusbiantoro, 2019).

Siswa yang mengalami kesulitan dalam mempelajari geometri menunjukkan rendahnya kemampuan spasial siswa. Kemampuan spasial matematis adalah kemampuan membayangkan, membandingkan, menduga, menentukan, mengkonstruksi, merepresentasi, dan menentukan informasi dari stimulus visual dalam konteks ruang (Lestari & Yudhanegara, 2015). Indikator kemampuan spasial terdiri dari lima bagian yaitu *spatial perception*, *spatial visualization*, *mental rotation*, *spatial relation*, dan *spatial orientation*.

Kesulitan dalam mempelajari geometri dipengaruhi oleh bagaimana cara belajar seorang, menerima informasi, dan menyelesaikan suatu masalah yang dimiliki seseorang. Kemampuan seseorang berbeda-beda mereka memiliki cara belajar yang berbeda-beda atau memiliki cara belajar yang khas dalam menerima informasi yang masuk ke dalam pikirannya. Belajar juga merupakan kegiatan mental yang dilakukan oleh siswa untuk memahami suatu pengetahuan. Siswa memerlukan kemampuan mental atau pikiran saat mereka melakukan kegiatan belajar (Slavin, 2009). Kemampuan mental atau pikiran ini berhubungan dengan perkembangan kognitif siswa yang dimiliki untuk belajar. Dalam kegiatan belajar siswa akan menggunakan kemampuan yang ada pada kognitif mereka. Semakin sering siswa melakukan kegiatan belajar akan membuat siswa semakin memiliki perkembangan kognitif yang baik pula (Yohanes & Lusbiantoro, 2019).

Proses belajar terkait dengan kemampuan memori siswa untuk memproses informasi. Pemrosesan informasi adalah aktivitas otak dalam memproses informasi baru, menyimpannya, dan mengambilnya saat dibutuhkan (Slavin, 2009). Informasi yang diterima oleh siswa akan diproses dalam otak atau diabaikan begitu saja. Informasi ini juga terkait dengan informasi lain yang telah dimiliki siswa, sehingga terciptalah kesinambungan pengetahuan antara informasi yang mereka terima dan informasi yang mereka miliki.

Memori kerja merupakan pusat tempat siswa memproses informasi yang mereka pelajari. Dalam hal ingatan, setiap orang memiliki kemampuan dan batas kapasitas yang berbeda-beda. Beberapa siswa memiliki ingatan yang besar dan dapat memproses dan menyimpan banyak informasi, sementara yang lain memiliki ingatan yang buruk. Kapasitas penyimpanan yang terbatas ini menyebabkan memori menjadi kewalahan dalam ketika informasi baru dimasukkan (Sholihah, 2022).

Beban yang terjadi pada memori kerja ini dinamakan dengan *cognitive load theory* (CLT) atau beban kognitif. *Cognitive load theory* berkaitan dengan desain instruksional dan metode desain pesan yang secara efisien mengelola keterbatasan kemampuan pemrosesan *working memory* sambil memanfaatkan kemampuan *long term memory* untuk pembentukan skema dan meningkatkan pembelajaran intelektual serta kinerja tugas kognitif yang kompleks. Semakin berat beban memori kerja melakukan suatu tugas maka akan semakin berat pula beban kognitif yang diterima oleh siswa. Beban kognitif ini terjadi ketika siswa mengikuti proses pembelajaran atau pemecahan masalah yang diberikan. Ketika siswa diajak untuk mempelajari materi matematika yang kompleks dan terlalu banyak dalam satu waktu atau ketika siswa belajar dalam jangka waktu lama. Hal ini dapat memungkinkan terjadinya stress pada siswa. Pada saat seseorang mengalami stress, maka *working memory* akan menurun dan mempengaruhi keseluruhan sistem. *Cognitive Load Theory* terbagi menjadi tiga sub komponen yaitu *intrinsic cognitive load*, *extraneous cognitive load*, dan *germane cognitive load*. (Sweller, 1988).

Intrinsic cognitive load berkenaan dengan kekompleksan materi pembelajaran yang bergantung pada tingkat pengetahuan awal siswa. Beban kognitif *intrinsic* mengacu pada jumlah elemen yang harus diproses secara bersamaan dalam memori kerja untuk mengkonstruksi skema atau disebut dengan elemen interaktivitas. Elemen interaktivitas tergantung pada dua hal yaitu kerumitan materi dalam belajar dan keahlian siswa dalam belajar (Paas et al., 2016). *Extraneous cognitive load* didefinisikan sebagai *cognitive load* yang dipaksakan oleh desain instruksional yang mengharuskan siswa untuk terlibat dalam kegiatan yang tidak diarahkan pada akuisisi skema atau otomatisasi. Jenis *cognitive load* ini bergantung pada tujuan instruksi. Misalnya, ketika tujuan instruksi adalah untuk membangun skema pemecahan masalah, maka *extraneous cognitive load* akan terjadi jika bahan ajar berisi teks atau grafik yang sulit untuk diintegrasikan satu sama lain (Sweller & Chandler, 1994). *Germane cognitive load* dikenal juga sebagai *effective cognitive load*. Ini karena tidak seperti *extraneous cognitive load*, *germane cognitive load*

dikonseptualisasikan sebagai beban yang berkontribusi langsung pada pembelajaran. Hal ini dipengaruhi oleh desain instruksional. *Germane cognitive load* adalah proses kognitif yang berkaitan dengan proses memahami materi dan membangun atau memperoleh skema pengetahuan (Schnotz & Kürschner, 2007).

Beban kognitif *intrinsic* dalam hal ini bersifat tetap, tidak dapat dimanipulasi, berupa informasi atau materi pelajaran yang akan disampaikan. Sementara itu beban kognitif *extraneous* dapat dimanipulasi, tergantung bagaimana penyampaian materi, metode, strategi, media yang digunakan dalam pembelajaran, sehingga materi dapat diterima dengan baik oleh siswa. Ketika materi dapat disajikan dengan baik, artinya beban kognitif *extraneous* akan semakin menurun. Akibatnya beban kognitif *germane* akan meningkat, sehingga memudahkan siswa untuk memproses materi menjadi sebuah pengetahuan yang bermakna. Oleh karena itu, dalam pembelajaran guru diharapkan mampu mendesain pembelajaran dengan konsep meminimalkan beban kognitif terutama beban kognitif *extraneous*. Karena beban kognitif *extraneous* dapat dimanipulasi oleh guru, sehingga dapat membantu siswa dalam proses pembelajaran (Richardo & Cahdriyana, 2021). Agar terciptanya belajar yang efektif, guru harus mengetahui cara dalam mengembangkan dan mendesain strategi pembelajaran yang mampu meminimalakan *cognitive load* siswa, khususnya *extraneous cognitive load* agar materi yang diberikan oleh guru dapat dikonstruksi dan diproses oleh siswa menjadi pengetahuan baru dan bermakna bagi mereka.

Dalam studi riset terdahulu, telah ada yang melakukan penelitian mengenai bahan ajar geometri dan efek dari penggunaan bahan ajar itu (Pangesti, 2015; Pangesti & Retnowati, 2017). Selain itu, penelitian mengenai beban kognitif pada pembelajaran geometri (Yohanes et al., 2016; Yohanes & Lusbiantoro, 2019). Penelitian mengenai kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal kemampuan spasial (Utami, 2020). Berdasarkan masalah dan penyajian riset di atas, telah cukup mendasari peneliti untuk melakukan penelitian terhadap kemampuan spasial siswa dan *cognitive load theory*. Walaupun telah banyak yang melakukan penelitian yang membahas kemampuan spasial tapi belum ada penelitian yang membahas mengenai analisis kemampuan spasial siswa berdasarkan *cognitive load theory*. Sehingga penelitian ini mempunyai tujuan untuk mendeskripsikan kemampuan spasial siswa berdasarkan *cognitive load theory* yang dimiliki siswa pada saat pembelajaran dimensi tiga.

METODE

Metode penelitian ini menggunakan jenis penelitian deskriptif kualitatif yang bertujuan untuk menganalisis kemampuan spasial siswa berdasarkan *cognitive load theory* yang dimiliki siswa pada materi dimesi tiga dan mengetahui penyebab beban kognitif terdapat pada diri siswa. Waktu penelitian pada semester genap tahun ajaran 2023/2024. Penelitian ini dilakukan pada siswa kelas XII MIPA 3. Teknik pengumpulan data menggunakan lembar observasi, tes tertulis menyelesaikan soal-soal dimensi tiga dan wawancara. Pemilihan subjek penelitian dengan teknik *purposive sampling*. Dasar penetapan subjek dengan *purposive sampling* yaitu hasil tes kemampuan spasial matematis siswa yang mampu mendekati atau mampu memenuhi semua aspek indikator kemampuan spasial matematis. Dari 33 siswa kelas XII MIPA 3 yang diberikan soal tes tulis materi dimensi tiga yang serupa dan akan dianalisis 2 jawaban orang siswa berdasarkan hasil tes yang telah siswa kerjakan dan indikator kemampuan spasial yang mampu siswa penuhi.

Tes yang digunakan berbentuk soal uraian dengan 5 butir soal berdasarkan aspek-aspek indikator kemampuan spasial yang meliputi indikator kemampuan *spatial perception*, *spatial visualization*, *mental rotation*, *spatial relation*, dan *spatial orientation*.

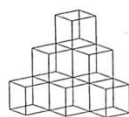
Peneliti memberikan soal uraian yang bertujuan untuk memberikan kebebasan kepada subjek dalam menjawab pertanyaan agar mendapatkan jawaban yang lebih akurat sesuai kemampuan yang dimiliki oleh subjek. Wawancara dilakukan oleh peneliti untuk memperoleh informasi yang lebih jelas dengan tanya jawab satu-persatu secara langsung dan bersifat semi-terstruktur. Hal ini dilakukan sebagai tahapan konfirmasi mengenai pengerjaan yang telah dilakukan subjek penelitian dan untuk menggali lebih dalam mengenai pola berpikir subjek dalam menyelesaikan soal tes kemampuan spasial matematis. Selain itu, wawancara juga digunakan untuk mengetahui bagaimana beban kognitif yang dimiliki oleh subjek. Teknik analisis data yang digunakan berupa teknik reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Kemudian peneliti menggunakan sistem pengkodean agar lebih mudah dalam menganalisis data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian pada siswa kelas XII MIPA 3 akan diambil jawaban 2 orang siswa berdasarkan hasil jawaban yang telah siswa kerjakan Berdasarkan hasil tes kemampuan spasial, lembar observasi, dan hasil wawancara menunjukkan bahwa subjek S1 mampu memenuhi 3 (tiga) aspek indikator kemampuan spasial dengan tepat, yaitu dapat menunjukkan tampak objek dari sudut pandang yang berbeda, menunjukkan komposisi dari suatu objek yang telah dimanipulasi posisi atau bentuknya, menunjukkan letak/posisi objek yang dirotasikan, namun menunjukkan hubungan dari objek-objek lain, dan subjek belum mampu untuk mengganti objek menjadi bentuk yang berbeda. Sedangkan subjek S2 hanya mampu memenuhi 2 (dua) indikator kemampuan spasial yaitu indikator *spatial perception* dan *mental rotation*.

Spatial perception, mengidentifikasi objek yang diletakkan pada posisi horizontal atau vertikal dari perspektif yang berbeda. Pada soal siswa diminta untuk menghitung jumlah kubus yang terdapat pada soal yang diberikan. Informasi yang diperoleh dari Gambar 1 dan 2, bahwa subjek S1 dan S2 telah mampu memenuhi indikator *spatial perception* dan tidak terlihat beban kognitif *intrinsic* pada diri siswa.

Bangun tersebut merupakan gabungan dari beberapa kubus yang sama besar. Berapakah jumlah kubus yang menyusun bangun tersebut?



(a) 9 (b) 10 (c) 12 (d) 11

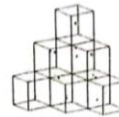
Alasan:

Karena, penyusun ada 10

Gambar 1. Jawaban S1 pada Nomor 1

Perhatikan bangun berikut ini!

Bangun tersebut merupakan gabungan dari beberapa kubus yang sama besar. Berapakah jumlah kubus yang menyusun bangun tersebut?



(a) 9 ~~(b) 10~~ (c) 12 (d) 11

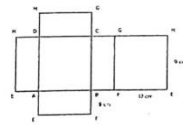
Alasan:

Karena, menurut Sifat kubus lantai ke-1 ada 6 kubus lantai ke-2 ada 3 kubus dan lantai ke-3 ada 1 kubus

Gambar 2. Jawaban S2 pada Nomor 1

Spatial visualization, membayangkan bentuk suatu objek yang sebenarnya setelah dimanipulasi posisi dan bentuknya. Pada soal tes diberikan gambar jaring-jaring balok siswa diminta untuk menggambarkan balok tersebut serta menentukan luas permukaan balok tersebut. Informasi yang diperoleh dari jawaban subjek menunjukkan bahwa S1 telah memenuhi indikator kemampuan *spatial visualization*, sedangkan subjek S2 belum mampu memenuhi indikator kemampuan *spatial visualization*.

Perhatikan jaring-jaring balok dibawah ini! Gambarkan bentuk utuh dari balok ABCD.EFGH serta hitunglah luas permukaan dari balok tersebut!

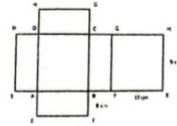


Jawab:

$$\begin{aligned}
 L &= 2 \times (p \times l + l \times t + p \times t) \\
 &= 2 \times (12 \times 9 + 9 \times 9 + 12 \times 9) \\
 &= 2 \times (108 + 81 + 108) \\
 &= 2 \times 297 \\
 &= 594
 \end{aligned}$$

Gambar 3. Jawaban S1 pada Nomor2

Perhatikan jaring-jaring balok dibawah ini! Gambarkan bentuk utuh dari balok ABCD.EFGH serta hitunglah luas permukaan dari balok tersebut!



Jawab:

$$\begin{aligned}
 &2 \times p \times l + 2 \times p \times t + 1 \times t \\
 &= 2 \times 12 \times 9 + 12 \times 9 + 9 \times 9 \\
 &= 405 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Gambar 4. Jawaban SR pada Nomor 2

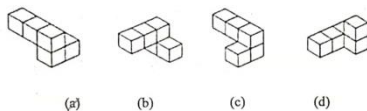
Berdasarkan hasil jawaban siswa menunjukkan bahwa siswa belum mampu menyelesaikan soal yang diberikan. Pada soal siswa diminta menentukan luas permukaan balok tetapi jawaban siswa menunjukkan bahwa ia tidak mampu menggambarkan bangun balok yang diminta dan menentukan luas permukaan balok tersebut. Rumus yang digunakan siswa dalam menentukan luas permukaan balok tersebut salah. Harusnya rumus yang digunakan siswa adalah $L = 2[(p \times l) + (l \times t) + (p \times t)]$ tetapi rumus yang digunakan siswa adalah $L = 2 \times p \times l + l \times t + p \times t$, sehingga siswa tidak mampu menghitung luas permukaan balok tersebut dengan benar. Sebelumnya siswa telah diberikan contoh soal yang meminta siswa menentukan luas permukaan balok hanya saja pada soal tes, siswa diminta untuk menggambarkan balok tersebut berdasarkan jaring-jaring yang diberikan. Oleh karena itu hal ini menunjukkan bahwa siswa mengalami kesulitan apabila bentuk soal yang diberikan di ubah walaupun inti soal yang diberikan itu sama.

Mental Rotation, membayangkan suatu objek setelah dirotasikan. Pada soal tes terdapat beberapa gabungan dari kubus siswa diminta menentukan yang manakah merupakan bentuk kubus setelah mengalami rotasi. Berdasarkan jawaban subjek S1 telah mampu menyelesaikan soal yang diberikan sedangkan subjek S2 mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal.

Di bawah ini merupakan sebuah model yang dibuat dari beberapa kubus.



Apabila bangun ruang tersebut di rotasikan, maka posisi gambar tersebut akan berubah menjadi...



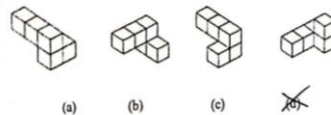
Alasan: Karena setelah saya rotasikan jawabannya adalah A

Gambar 5. Jawaban S1 pada Nomor 3

Di bawah ini merupakan sebuah model yang dibuat dari beberapa kubus.



Apabila bangun ruang tersebut di rotasikan, maka posisi gambar tersebut akan berubah menjadi...



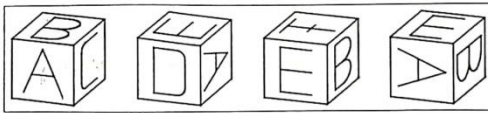
Alasan:

karena sesuai

Gambar 6. Jawaban S2 pada Nomor 3

Spatial Relation, menentukan kedudukan suatu objek. Subjek S1 dan S2 masih belum dapat menyelesaikan soal yang diberikan dalam hal ini dapat dilihat dari jawaban siswa. Hal ini menunjukkan bahwa subjek masih belum memenuhi indikator *spatial relation* dan terdapat beban kognitif *intrinsic* dalam diri subjek.

Perhatikan gambar dibawah ini



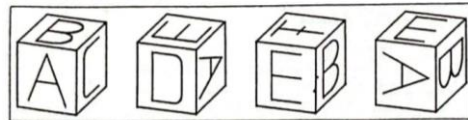
Dari gambar di atas tentukan mana huruf apa saja yang berada berlawanan pada masing-masing kubus?

Jawab:

ABC : DEF
ADE : BEF
ADF : BEF

Gambar 7, Jawaban S1 pada Nomor 4

Perhatikan gambar dibawah ini



Dari gambar di atas tentukan mana huruf apa saja yang berada berlawanan pada masing-masing kubus?

Jawab:

Kubus 1 : C = E D = B A = F
Kubus 2 : E = C D = B A = F
Kubus 3 : E = C B = D F = A
Kubus 4 : A = F B = D E = C

Gambar 8, Jawaban SR pada Nomor 4

Spatial orientation, membayangkan suatu objek yang dilihat dari sudut pandang tertentu. Pada soal siswa diminta untuk menghitung jarak dari titik ke titik. Subjek S1 dan S2 masih belum dapat menyelesaikan soal yang diberikan dalam hal ini dapat dilihat dari jawaban siswa. Hal ini menunjukkan bahwa subjek masih belum memenuhi indikator *spatial orientation* dan terdapat beban kognitif *intrinsic* dalam diri subjek.

Diketahui kubus ABCD.EFGH dengan panjang rusuk 4 cm. O merupakan titik tengah rusuk HD. Tentukanlah jarak titik O ke titik B? Serta gambarkan keadaan kubus ABCD.EFGH tersebut.

Jawab:

Jarak titik O ke B
= 4 cm

Gambar 9, Jawaban S1 pada Nomor 5

Diketahui kubus ABCD.EFGH dengan panjang rusuk 4 cm. O merupakan titik tengah rusuk HD. Tentukanlah jarak titik O ke titik B? Serta gambarkan keadaan kubus ABCD.EFGH tersebut.

Jawab:

HD = O
4 cm = 2 cm
Jadi titik tengah HD = 2 cm
dari O ke B =
4 + 2 = 6 cm
Jadi jarak D ke B = 4 cm
Jarak B ke A = 4 cm
D ke C = 4 cm

Gambar 10, Jawaban S2 pada Nomor 5

Hasil penelitian di atas menunjukkan bahwa kemampuan spasial siswa masih rendah. Kemampuan spasial yang rendah ini bisa terjadi karena faktor siswa sendiri atau guru atau bisa juga karena media pembelajaran yang kurang memadai sehingga guru tidak bisa mengeksplor media pembelajaran yang lain. Rendahnya kemampuan spasial siswa menunjukkan bahwa masih terdapatnya beban kognitif pada diri siswa. Siswa yang memenuhi kelima indikator kemampuan spasial sangat sedikit, berdasarkan hasil tes yang ditunjukkan mereka. Hal ini menunjukkan bahwa masih ada beban kognitif yang melekat pada siswa dikarenakan belum menguasai materi pelajaran.

Dari jawaban yang siswa berikan, dapat dilihat bahwa siswa tidak paham dalam konsep menentukan suatu jarak, siswa kurang teliti dalam melakukan prosedur atau operasi, dan siswa masih kesulitan dalam membayangkan dan menggambarkan bangun ruang yang diberikan. Tidak sedikit siswa yang masih mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal tes kemampuan spasial. Hal ini dapat dilihat dari kesalahan-kesalahan siswa yang telah dipaparkan penulis. Kesalahan ini meliputi: kesalahan konsep seperti kesalahan persepsi mengenai sisi miring segitiga, kesalahan memvisualisasi objek, kesalahan orientasi, serta ketidaktelitian (Cholilah, 2023). Hal ini juga diungkap Utami, bahwa salah satu kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal kemampuan spasial matematis adalah kesalahan dalam menggambar, menentukan posisi, dan bahkan tidak dapat membuat gambar (Utami, 2020). Selain itu, siswa juga mengungkapkan bahwa siswa masih sulit dalam membayangkan titik ataupun jarak yang terdapat pada bangun ruang. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Suhady, siswa mengungkapkan bahwa mereka sulit untuk membayangkan proses menentukan jarak dalam ruang, siswa juga sering melakukan kesalahan perhitungan dan tidak dapat memahami soal dengan baik (Suhady et al., 2019).

Sweller (1994), mengatakan bahwa beban kognitif *intrinsic* ditetapkan untuk area pembelajaran tertentu dan tingkat keahlian tertentu. Oleh karena itu, muatan dari beban kognitif *intrinsic* tergantung pada pengetahuan awal yang dimiliki siswa, dan bahan ajar yang sama juga dapat membuat beban kognitif *intrinsic* yang berbeda untuk orang yang berbeda tergantung dengan keahlian dalam belajar yang dimiliki. Dengan demikian, beban kognitif *intrinsic* yang harus diproses oleh siswa dapat menyebabkan siswa kesulitan dalam memecahkan masalah matematika.

Jumlah elemen-elemen yang harus diproses sekaligus dan ketergantungan elemen-elemen tersebut, ini merupakan menjadi penyebab beban kognitif *intrinsic* muncul. Ketika siswa tidak memahami topik materi sebelumnya, mereka mungkin akan mengalami beban kognitif yang tinggi pada saat mempelajari topik baru. Topik materi baru yang akan dipelajari ini berkaitan dengan topik materi yang telah dibahas pada pertemuan sebelumnya (Kalyuga, 2011). Untuk mengurangi beban kognitif *intrinsic* pada diri siswa, siswa dapat meninjau kembali apa yang telah diajarkan guru di rumah, secara aktif mengajukan pertanyaan jika mereka belum memahami sesuatu, dan guru dapat membantu siswa meninjau kembali apa yang telah mereka pelajari pada pertemuan sebelumnya. Guru juga dapat mengingatkan kembali materi yang telah diajarkan sebelum melanjutkan ke materi selanjutnya.

Berdasarkan penjelasan di atas, penyebab tingginya beban kognitif *intrinsic* siswa adalah karena siswa kurang memahami materi yang telah diajarkan di kelas dan tidak mengulang kembali apa yang telah diajarkan guru di rumah, dan beban kognitif *intrinsic* ini juga dapat terjadi ketika guru menjelaskan materi yang tidak dapat dipahaminya. Gaya mengajar guru yang terlalu cepat juga mengakibatkan siswa tidak dapat memahami apa yang dijelaskan oleh guru.

Memahami materi dimensi tiga memerlukan tingkat kemampuan visualisasi yang relatif tinggi karena sifatnya yang abstrak. Misalnya, seorang siswa diminta mencari panjang ruas garis yang menghubungkan dua titik sudut dalam ruang pada suatu balok. Tentu saja, tidak semua siswa dapat membayangkan hal ini tanpa alat peraga dan media pembelajaran yang mendukung. Saat itulah siswa harus dituntut membayangkan bentuk bangun ruang tersebut untuk memecahkan masalah yang diberikan (Hanafi, 2009).

Beban kognitif *extraneous* adalah beban kognitif yang diciptakan oleh desain intruksional yang menghambat pemahaman siswa terhadap materi pembelajaran. Ketika seorang guru menjelaskan materi terlalu cepat, hal itu menyebabkan beban kognitif pada diri siswa. Jika guru menjelaskan materi terlalu cepat, siswa akan sulit memahami materi tersebut dan siswa merasa bahwa mereka harus meninggalkan materi yang tidak sepenuhnya mereka pahami dan fokus pada materi lain yang akan diajarkan (Yohanes et al., 2016).

Pada saat pembelajaran berlangsung guru menggunakan media pembelajaran berupa LKPD dan meminta siswa untuk bekerja dalam kelompok untuk menyelesaikan LKPD yang diberikan. Selain LKPD, guru meminta siswa untuk membuat bangun ruang dimensi tiga berupa balok dan kubus berdasarkan jaring-jaring yang diberikan pada LKPD. LKPD yang diberikan guru memungkinkan siswa untuk bekerja dalam kelompok. Jika siswa tidak mengerti sesuatu, mereka dapat bertanya kepada teman sebayanya. Namun, tidak semua siswa mampu memahami materi yang diberikan guru. Ketika siswa diberikan soal untuk mereka selesaikan sendiri, siswa mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal yang diberikan. Hal ini menunjukkan masih adanya beban kognitif *extraneous* yang ditimbulkan oleh media pembelajaran yang digunakan. Oleh karena itu, guru diharapkan mampu untuk merancang pembelajaran dengan menggunakan media, metode, dan strategi pembelajaran yang tepat.

Beban kognitif *extraneous* yang terjadi pada siswa selama pembelajaran disebabkan oleh suasana kelas yang berisik dan tidak kondusif yang terjadi karena siswa yang tidak fokus pada saat pembelajaran berlangsung dan ada beberapa siswa yang asik mengobrol dengan teman satu bangkunya pada saat belajar. Selain itu, ada beberapa siswa yang merupakan alumni pesantren sehingga siswa tersebut mengalami kesulitan dalam belajar. Guru mengajar terlalu cepat juga dapat mengakibatkan terdapatnya beban kognitif *extraneous* pada diri siswa. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian (Puspa et al., 2020), yang menyatakan bahwa guru menjelaskan materi yang terlalu cepat membuat siswa merasa bingung pada saat memahami materi yang dijelaskan oleh guru. Sedangkan menurut hasil penelitian (Lolang et al., 2023), siswa merasa kesulitan memahami guru karena guru minim dalam menjelaskan dan langsung memberikan tugas langsung dan siswa merasa tugas yang diberikan terlalu sulit karena banyak bagian yang belum dijelaskan oleh guru namun masuk ke dalam tugas.

Menurut Richardo & Cahdriyana (2021), beban kognitif *extraneous* dapat dimanipulasi tergantung pada metode, strategi, dan media pembelajaran yang digunakan, sehingga materi yang diajarkan dapat diterima dengan baik oleh siswa. Jika materi disajikan dengan baik, maka beban kognitif *extraneous* akan berkurang. Hal ini dapat meningkatkan beban kognitif *germane* dan memudahkan siswa dalam mengolah materi menjadi pengetahuan yang bermakna. Siswa mudah memahami materi pembelajaran jika siswa memiliki pengetahuan awal yang cukup dan dapat mengingat materi tersebut dalam jangka panjang. Jika pengetahuan prasyarat terdapat dalam memori kerja, maka beban kognitif *extraneous* dapat diminimalkan. Semakin banyak pengetahuan yang terdapat pada memori kerja, maka akan semakin sedikit beban kognitif yang terdapat pada memori kerja. Beban kognitif *extraneous* juga berkaitan dengan faktor-faktor yang harus diminimalkan pada saat belajar, misalnya penggunaan bahan ajar yang sulit dipahami, suara gaduh atau berisik, dan tampilan media komputer yang terlalu banyak animasi (Pangesti, 2015).

Beban kognitif *germane* terjadi ketika beban kognitif *intrinsic* dan beban kognitif *extraneous* meningkat. Berdasarkan wawancara dengan siswa, belajar dalam kelompok dapat membuat siswa aktif berdiskusi dalam menyelesaikan masalah yang diberikan tetapi, ketika belajar dalam kelompok pasti ada teman yang tidak bisa mengerjakan soal yang diberikan hal ini membuat kelompok jadi mengalami kesulitan dan lama dalam proses pengerjaan, sedangkan apabila teman satu kelompoknya pintar semua maka itu akan mempermudah kelompok dalam menyelesaikan soal tersebut. Sedangkan berdasarkan hasil wawancara dengan guru, belajar menggunakan kelompok cukup efektif dikarenakan guru berharap dengan adanya kelompok siswa dapat berbagi pikiran dan saling kerjasama dalam menyelesaikan LKPD tersebut. Berdasarkan pendapat diatas menunjukkan bahwa masih terdapat beban kognitif *germane* yang disebabkan oleh media, metode, dan strategi yang digunakan tidak tepat. Selain itu, waktu belajar yang sedikit karena pada satu jam pelajaran mereka hanya 30 menit sedangkan pada sekolah lain 45 menit, sehingga siswa untuk mengeksplor dan memahami materi itu tidak cukup. Media pembelajaran yang mereka gunakan kurang bervariasi hanya menggunakan LKPD dan kerangka dari bangun ruang.

Hal ini sejalan dengan hasil wawancara dengan guru di sekolah, mengatakan adanya keterbatasan waktu pada saat pembelajaran satu jam mata pelajaran itu sebesar 30 menit sehingga dalam satu minggu hanya 4 JP matematika wajib hal ini mengakibatkan siswa memiliki waktu yang sedikit dalam belajar. Hal ini juga mengakibatkan pada saat mengajar guru sedikit cepat dalam menjelaskan dikarenakan materi yang banyak. Pada saat pembelajaran dimensi tiga juga terkedala fasilitas yang memadai dari sekolah sehingga guru tidak bisa menggunakan infocus dalam belajar hanya menggunakan media berupa kerangka bangun ruang tersebut dan LKPD yang dibuat oleh guru.

Berdasarkan hasil wawancara dengan S1 siswa menyatakan bahwa dalam meskipun siswa mampu memahami materi yang diajarkan ketika pembelajaran dimensi tiga, namun siswa masih sulit untuk memahami materi dalam menentukan jarak antara titik ke bidang. Gaya mengajar guru dapat membantu siswa memahami materi pembelajaran. Pada saat menjelaskan materi, guru terlebih dahulu menjelaskan materi dan memberikan contoh soal. LKPD dilakukan secara berkelompok di bawah bimbingan guru. Siswa mengalami kesulitan memahami soal yang diberikan dan kesulitan menyelesaikan soal tes. Jenis soal yang biasa dikerjakan siswa adalah jenis soal yang sudah diketahui nilainya. Media yang digunakan guru berupa LKPD dan kerangka bangun ruang yang dapat membuat siswa memahami materi hanya saja jika guru menambahkan media pembelajaran berupa video animasi yang memungkinkan siswa membayangkan struktur bangun ruang secara nyata.

Dalam wawancara dengan siswa S2 menurut siswa cara mengajar guru dalam mengajar guru mengajarkan menggunakan LKPD dan meminta siswa bekerja sama dalam menyelesaikan LKPD yang diberikan. Belajar dalam kelompok ini menurut S2, LKPD yang diberikan guru bisa ia kerjakan sendiri, jika dikerjakan secara berkelompok itu akan membuatnya semakin lama mengerjakan soal tersebut karena pasti ada teman yang tidak dapat mengerjakan yang diberikan oleh karena itu ia merasa sedikit tidak nyaman dalam berkelompok. Media pembelajaran yang diinginkan oleh siswa S2 dalam pembelajaran berupa video atau bentuk utuh bangun ruang tersebut karena menurut siswa dari bangun yang ada ia dapat membayangkan bangun ruang tersebut. Kesulitan siswa yang terjadi karena ada unsur dalam suatu topik materi yang tidak dapat diproses (Yohanes & Lusbiantoro, 2019). Guru dalam menjelaskan terkadang terlalu cepat sehingga ia ketinggalan dalam memahami materi dan siswa juga takut dalam bertanya. Dari semua materi yang diajarkan ia merasa sulit memahami materi jarak titik ke bidang karena ia lupa cara untuk mengerjakan soal yang diberikan. Soal yang biasa ia kerjakan merupakan soal yang telah diketahui titik-titiknya. Media pembelajaran yang digunakan dapat membuat ia memahami materi karena ia dapat membayangkan bentuk asli bangun tersebut. Untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi siswa berlatih soal di rumah sehingga dapat meningkatkan penalaran ia dalam belajar.

Beban kognitif *intrinsic* ini terjadi ketika siswa tidak dapat memahami materi yang sebelumnya telah diajarkan oleh guru. Beban kognitif *intrinsic* menyebabkan siswa tidak mampu memahami dan mengerjakan tugas atau soal yang diberikan oleh guru, hal ini disebabkan oleh kompleksitas materi yang diajarkan dan siswa yang belum memahami materi sebelumnya telah diajarkan membuat beban kognitif *intrinsic* pada diri siswa semakin besar. Sedangkan beban kognitif *extraneous* ini disebabkan oleh strategi belajar yang digunakan oleh guru pada saat mengajar. Hal ini meliputi tujuan, media, dan metode pembelajaran yang digunakan guru pada saat mengajar. Beban kognitif *germane* ini terjadi karena beban kognitif *intrinsic* dan beban kognitif *extraneous* meningkat. Dalam hal ini yang menjadi beban kognitif *germane* adalah suasana kelas yang berisik dan tidak kondusif pada saat guru mengajar, hal ini menyebabkan siswa lain tidak dapat fokus pada saat proses belajar berlangsung.

Siswa yang mempunyai banyak beban di sekolah akan berdampak pada kognitifnya. Di sekolah tidak dipungkiri jika akan mendapat tugas-tugas yang menumpuk, sehingga sebagian siswa juga merasa tidak mampu menampung tugas-tugas tersebut, sehingga mempengaruhi motivasi dalam belajarnya. Oleh karena itu, dalam dunia pendidikan penilaian beban kognitif menjadi penting. Karena memungkinkan guru atau pendidik untuk mengontrol tingkat kesulitan tugas tertentu, memungkinkan penyesuaian antara tingkat mata pelajaran dan kemampuan masing-masing individu siswa (Awanis et al., 2023).

Teori beban kognitif menyatakan bahwa memori kerja merupakan tempat semua informasi baru diproses sebelum informasi tersebut diperoleh disimpan dalam memori

jangka panjang, memiliki kapasitas dan durasi pemrosesan yang terbatas informasi. Jadi untuk belajar secara efisien, beban kognitif tidak boleh melebihi beban kerja kapasitas memori, meskipun jumlah beban tertentu dan dapat dikelola dengan merangsang proses pembelajaran (Sweller, 1988). Sejalan dengan analisis yang dilakukan oleh (Evans et al., 2024), menyimpulkan dari penelitian sejauh ini bahwa ketika pelajar mengalami beban tambahan, motivasi mereka menurun, dan dalam kondisi yang mengurangi beban tambahan, motivasi dipertahankan atau bahkan ditingkatkan.

Hal ini sesuai dengan prinsip *cognitive load theory* menurut Kalyuga (2011), adalah pengelolaan *intrinsic cognitive load*, pengurangan *extraneous cognitive load*, dan peningkatan *germane cognitive load*, sehingga akan menciptakan belajar yang efektif. Agar tercipta belajar yang efektif, guru harus mengetahui cara dalam mengembangkan dan mendesain strategi pembelajaran yang mampu meminimalkan *cognitive load* siswa, khususnya *extraneous cognitive load* agar materi yang diberikan oleh guru dapat dikonstruksi dan diproses oleh siswa menjadi pengetahuan baru dan bermakna bagi mereka (Sholihah, 2022). Oleh karena itu, guru diharapkan mampu menyusun pembelajaran yang sesuai dengan metode, media, dan strategi sehingga pembelajaran yang dilakukan akan menjadi pengetahuan bermakna bagi siswa.

Aktifitas secara bersamaan dalam memori kerja untuk menangani sejumlah elemen masalah berpotensi menambah muatan kapasitas memori sehingga dapat menghalangi proses belajar. Dengan kata lain, terjadi peningkatan pada *extraneous cognitive load*. Untuk mencegah meningkatnya *extraneous cognitive load*, Sweller beserta rekan-rekannya merancang dan menguji strategi pembelajaran alternatif, salah satunya adalah strategi *worked example effect*. Strategi ini dapat mencegah meningkatnya beban kognitif. *Worked example* menunjukkan langkah-langkah untuk memperoleh solusi atau penyelesaian permasalahan (Sweller, 1988). *Worked example* digunakan untuk menunjukkan bagaimana langkah-langkah memecahkan masalah kemudian langkah tersebut dapat dipraktikkan pada serangkaian masalah dengan sifatnya yang serupa (Mayer, 2014). Carrol (1994), mengemukakan bahwa *worked example* sangat membantu siswa terutama bagi siswa dengan prestasi rendah, pernah mengalami kegagalan dalam belajar matematika, dan memiliki kesulitan dalam belajar. *Worked example* ini berfungsi untuk: (1) membimbing siswa dalam kegiatan pemecahan masalah di sekolah; (2) mengingatkan siswa tentang langkah-langkah penyelesaian masalah ketika mereka mengerjakan tugas di rumah; dan (3) membantu siswa belajar khususnya ketika masalah yang harus diselesaikan menjadi semakin rumit. Strategi *worked example* dikatakan efektif jika dapat mengurangi *extraneous cognitive load* (Sweller, 1988).

Secara umum terdapat dua efek kognitif yang teridentifikasi sebagai sumber dari *extraneous cognitive load* dan berpengaruh terhadap keefektifan desain *worked example* yaitu: *split-attention effect* dan *redundancy effect*. *Split attention* diakibatkan oleh penyajian berbagai sumber informasi secara terpisah (Sweller, 1988), seharusnya sumber-sumber tersebut harus diintegrasikan supaya informasi mudah dipahami. Proses mengintegrasikan berbagai sumber informasi melibatkan proses pencarian dan pencocokan serta menemukan hubungan diantara sumber-sumber tersebut. Proses ini akan meningkatkan *extraneous cognitive load* sehingga mengurangi efektivitas pembelajaran. Sumber-sumber informasi yang disajikan secara terpisah juga memiliki dampak negatif dalam pembelajaran termasuk ketika digunakan pada *worked example* kecuali bagi siswa dengan pengetahuan awal tinggi. Selain itu, menyajikan kembali informasi yang telah dipahami dengan baik oleh siswa juga menyebabkan *redundancy effect* (efek pengulangan). Siswa dengan pengetahuan awal rendah diuntungkan oleh proses pembelajaran yang berorientasi pada *worked example* pada tahap awal akuisisi pengetahuannya. Namun, ketika pengetahuan awal dan keahlian siswa telah meningkat, pembelajaran yang berorientasi pada *worked*

example dapat menjadi redundan dan menyebabkan *extraneous cognitive load* (Sweller, 1988).

Imagination effect terjadi jika siswa ketika belajar lebih banyak diminta untuk berimajinasi (latihan mental) daripada belajar prosedur atau konsep. *Imagination effect* pertama kalinya diselidiki dalam penelitian Cooper. Menurut *cognitive load theory*, efek imajinasi terjadi karena siswa membayangkan informasi dan didorong untuk memproses skema yang relevan dalam *working memory* sehingga membantu dalam mengonstruksi dan otomatisasi skema dalam *long term memory*. *Guidance fading effect* digunakan dalam bentuk contoh soal dengan tujuan untuk meningkatkan pemahaman siswa. Pada mulanya guru memberikan langkah-langkah penyelesaian yang runtut dari awal sampai ditemukan solusi permasalahan yang diajukan, setelah itu guru memberikan contoh soal dengan menerapkan *guidance fading effect* dengan tujuan agar siswa memahami konsep secara lebih cepat (Sweller, 1988).

Kemampuan spasial menjadi kompetensi yang sangat penting bagi siswa terutama pada pembelajaran Matematika dalam memahami materi dimensi tiga, sehingga dengan kemampuan spasial ini akan berpengaruh pada kemampuan matematis siswa untuk dapat menyelesaikan masalah Matematika maupun masalah dalam kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan konsep dimensi tiga. Kemampuan spasial difasilitasi dalam kurikulum di sekolah, namun ternyata kemampuan spasial masih tergolong sedang. Sehingga perlu adanya inovasi pembelajaran khususnya pada pembelajaran Matematika materi dimensi tiga. Pada pembelajaran Matematika dalam implementasi kurikulum merdeka melalui pembelajaran yang berorientasi pada siswa diharapkan guru mampu mengenali karakteristik atau profil kemampuan spasial siswa, sehingga mampu membuat sebuah perencanaan pembelajaran kontekstual dengan pemodelan secara nyata. Oleh karenanya, peningkatan kemampuan spasial pada pembelajaran Matematika pada materi dimensi tiga perlu dilakukan. Bagi siswa, peningkatan kemampuan spasial perlu dikembangkan lagi dengan berbagai cara, misalnya dengan latihan memvisualisasi, merotasi, maupun menentukan relasi antar objek baik dengan media pembelajaran berbasis digital ataupun konvensional.

Berdasarkan pendapat diatas menunjukkan bahwa, beban kognitif masih terdapat dalam diri siswa baik beban kognitif *intrinsic*, beban kognitif *extraneous*, dan beban kognitif *germane*. Hal ini disebabkan dengan waktu yang kurang dalam belajar, kurangnya kesadaran diri dalam siswa untuk berlatih dalam memahami materi selain di jam pelajaran, media belajar yang tidak bervariasi dan fasilitas yang kurang memadai membuat guru tidak dapat menggunakan fasilitas sekolah dengan baik.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis data penelitian dan pembahasan di atas, maka peneliti dapat menarik kesimpulan sebagai berikut.

Kemampuan spasial siswa yang rendah masih rendah sehingga terdapat beban kognitif pada diri siswa. *Intrinsic cognitive load* yang terdapat pada diri siswa disebabkan oleh siswa yang tidak dapat memahami materi yang telah diajarkan oleh guru dan siswa yang tidak mengulangi kembali materi yang telah diajarkan pada guru di rumah sehingga menyebabkan pengetahuan yang ada pada memori kerja hilang jika tidak ada pengulangan kembali. Sedangkan *extraneous cognitive load* disebabkan oleh media pembelajaran yang digunakan oleh guru dan suasana kelas yang tidak kondusif sehingga siswa tidak dapat fokus dalam memperhatikan guru saat menjelaskan pelajaran. *Germane cognitive load* ini terjadi pada siswa disebabkan oleh guru yang memberikan soal latihan yang sama seperti contoh soal yang dijelaskan, sehingga hal ini membuat siswa tidak mengerti kekurangan mereka dan tidak berusaha untuk melengkapi pemahaman mereka.

Adapun saran-saran yang dapat peneliti kemukakan, diantaranya: (1) Bagi guru untuk lebih meningkatkan pembelajaran yang bermakna dengan menggunakan media, metode, dan strategi pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan spasial siswa dan mengurangi beban kognitif yang ada pada diri siswa. (2) Penelitian ini terbatas pada materi geometri dimensi tiga dan terbatas pada kemampuan spasial, sehingga untuk peneliti lain dapat melanjutkan penelitian mengenai kemampuan spasial dengan materi geometri lain. (3) Peneliti berharap agar siswa semakin termotivasi dan giat berlatih diri dalam menyelesaikan soal geometri agar dapat meningkatkan kemampuan spasial siswa dan mengurangi beban kognitif pada diri siswa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Bapak Drs. Husni Sabil, M.Pd., dan Ibu Ranisa Junita, S.Pd., M.Pd. atas dukungan, saran, dan masukan berharga yang diberikan selama proses penelitian dan penulisan artikel ini. Tidak lupa peneliti juga ingin mengucapkan terimakasih kepada Ibu Kartikasari, S.Si., M.Pd. selaku Kepala Sekolah yang telah memberikan izin kepada peneliti untuk melakukan penelitian dan Ibu Shella Andriani, S.Pd. selaku guru matematika di kelas. Serta penulis mengucapkan terimakasih kepada seluruh subjek peneliti yang telah membantu keberlancaran dari penelitian ini. Peneliti juga mengucapkan terima kasih kepada editor dan reviewer yang telah membantu dalam perbaikan naskah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Awanis, R. F., Khabibah, S., & Imah, E. M. (2023). Analisis Beban Kerja Kognitif Siswa SMP pada Tugas Aritmetika Mental. *Edukasia: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 4(1), 509–520. <http://jurnaledukasia.org>
- Carrol, W. M. (1994). Using worked examples as an instructional support in the algebra classroom. *Educational Psychology Review*, 86(3), 360–367. <https://doi.org/https://doi.org/10.1037/0022-0663.86.3.360>
- Cholilah, M. (2023). PROFIL KEMAMPUAN SPASIAL SISWA SMP PADA PEMBELAJARAN MATEMATIKA YANG BERKAITAN DENGAN GEOMETRI DALAM IMPLEMENTASI KURIKULUM MERDEKA. *SCIENCE : Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 3(3), 178–188.
- Evans, P., Vansteenkiste, M., Parker, P., Kingsford-Smith, A., & Zhou, S. (2024). Cognitive Load Theory and Its Relationships with Motivation: a Self-Determination Theory Perspective. *Educational Psychology Review*, 36(1), 1–25. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09841-2>
- Hanafi, M. A. (2009). Deskripsi Kesulitan Belajar Geometri Mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Cokroaminoto Palopo. *Prosiding Seminar Nasional*, 03(1), 273–283.
- Kalyuga, S. (2011). Informing: A cognitive load perspective. *Informing Science*, 14(1), 33–45. <https://doi.org/10.28945/1349>
- Lolang, E., Salsabya, F., Suhud, A., Oktiawati, U. Y., & Ulimaz, A. (2023). Beban Kognitif: Extraneous Cognitive Load (Ecl) Siswa Yang Dipengaruhi Oleh E-Learning Berbasis Google Classroom. *Paedagoria: Jurnal Kajian, Penelitian Dan Pengembangan Kependidikan*, 6356, 184–191. <https://journal.ummat.ac.id/index.php/paedagoria/article/view/14161>
- Maier, P. H. (1998). Annual Conference of Didactics of Mathematics. *Spatial Geometry and Jurnal PEKA (Pendidikan Matematika)*

Spatial Ability-How to Make Solid?, 69–81.

Mayer, R. E. (2014). Fifty Years of Creativity Research. *In Handbook of Creativity*, 449–460. <https://doi.org/https://doi.org/10.1017/cbo9780511807916.024>

Novita, R., Prahmana, R. C. I., Fajri, N., & Putra, M. (2018). Penyebab kesulitan belajar geometri dimensi tiga. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika. Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 5(1), 23–32.

Paas, F. P., Renkl, A. R., & Sweller, J. S. (2016). Cognitive Load Theory and Instructional Design: Recent Developments. *Educational Psychologist: A Special Issue of Educational Psychologist: Volume 38*, 38(August 2015), 1–4. <https://doi.org/10.4324/9780203764770-1>

Pangesti, F. T. P. (2015). Efek Cognitive Load Theory dalam Mendesain Bahan Ajar Geometri. *Seminar Nasional Matematika Dan Pendidikan Matematika UNY 2015*, 1169–1176.

Pangesti, F. T. P., & Retnowati, E. (2017). Pengembangan bahan ajar geometri SMP berbasis cognitive load theory berorientasi pada prestasi belajar siswa. *PYTHAGORAS: Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(1), 33. <https://doi.org/10.21831/pg.v12i1.14055>

Puspa, R. D., As'ari, A. R., & Sukoriyanto, S. (2020). Beban Kognitif Siswa Dalam Pembelajaran Matematika Berorientasi Pada Higher Order Thinking Skills (HOTS). *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 5(12), 1768. <https://doi.org/10.17977/jptpp.v5i12.14325>

Richardo, R., & Cahdriyana, R. A. (2021). Strategi meminimalkan beban kognitif eksternal dalam pembelajaran matematika berdasarkan load cognitive theory. *Humanika*, 21(1), 17–32. <https://doi.org/10.21831/hum.v21i1.38228>

Santi, D. P. D., & Firmasari, S. (2018). Kemampuan Abstraksi Calon Guru Matematika Pada Materi Dimensi Tiga. *Euclid*, 5(2), 88. <https://doi.org/10.33603/e.v5i2.1313>

Schnotz, W., & Kürschner, C. (2007). A reconsideration of cognitive load theory. *Educational Psychology Review*, 19(4), 469–508. <https://doi.org/10.1007/s10648-007-9053-4>

Sholihah, D. A. (2022). Strategi Pembelajaran Matematika Berdasarkan Cognitive Load Theory untuk Meminimalkan Extraneous Cognitive Load. *EQUALS: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 5(1), 13–23. <https://doi.org/10.46918/equals.v5i1.1197>

Suhady, W., Roza, Y., & Maimunah, M. (2019). Identifikasi Kesalahan Konseptual Dan Prosedural Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Pada Materi Dimensi Tiga. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(2), 494–504. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v3i2.143>

Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction*, 4(4), 295–312. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90003-5](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90003-5)

Sweller, J., & Chandler, P. (1994). Why Some Material is Difficult to Learn. *Cognition and Instruction*, 12(3), 185–233. https://doi.org/10.1207/s1532690xci1203_1

Utami, C. (2020). Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Kemampuan Spasial Matematis. *Al-Khwarizmi: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 8(2), 123–132. <https://doi.org/10.24256/jpmipa.v8i2.1177>
Jurnal PEKA (Pendidikan Matematika)

- Yohanes, B., & Lusbianoro, R. (2019). Teori Beban Kognitif: Elemen Interaktivitas Dalam Pembelajaran Matematika. *Inspiramatika*, 5(1), 1–8.
<https://doi.org/10.52166/inspiramatika.v5i1.1477>
- Yohanes, B., Subanji, & Sisworo. (2016). Students' Cognitive Load in Geometry Learning. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian Dan Pengembangan*, 1(2), 187–195.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17977/jp.v1i2.6121>