

Mengurangi Beban Kognitif dalam Pembelajaran Matematika: Tinjauan Sistematis Strategi dan Intervensi Pembelajaran

Fifi Fitriana Sari^{1*}, I Gde Wawan Sudatha², Made Hery Santoso³, I Kadek Suartama⁴

¹STKIP Yapis Dompu, Dompu, Indonesia

^{2,3,4}Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja, Indonesia

*Corresponding Author: fififitrianasari88@gmail.com

Dikirim: 23-06-2025; Direvisi: 22-07-2025; Diterima: 24-07-2025

Abstrak: Tinjauan sistematis ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan mensintesis hasil penelitian terkait strategi dan intervensi pembelajaran yang dirancang untuk mengurangi beban kognitif dalam pembelajaran matematika. Teori Beban Kognitif (Cognitive Load Theory/CLT) menyatakan bahwa beban mental yang berlebihan dapat menghambat pembelajaran, terutama dalam mata pelajaran kompleks seperti matematika. Sebanyak 35 artikel yang dipublikasikan antara 2010–2024 ditelaah dengan pendekatan PRISMA untuk mengidentifikasi strategi pengajaran yang mengelola beban intrinsik, ekstrinsik, dan germane. Hasilnya menunjukkan bahwa contoh kerja (worked examples), scaffolding, pengurangan perhatian terbagi (split-attention), serta integrasi media visual dan teknologi digital efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa. Studi ini merekomendasikan penerapan strategi berbasis bukti untuk membantu guru mengelola beban kognitif di kelas matematika.

Kata Kunci: beban kognitif; pembelajaran matematika; strategi pembelajaran; intervensi; tinjauan sistematis

Abstract: This systematic review aims to explore and synthesize research findings related to instructional strategies and interventions designed to reduce cognitive load in mathematics learning. Cognitive Load Theory (CLT) posits that excessive mental load can hinder learning, especially in complex subjects such as mathematics. A total of 35 articles published between 2010 and 2024 were reviewed using the PRISMA approach to identify teaching strategies that manage intrinsic, extraneous, and germane load. The results indicate that worked examples, scaffolding, split-attention reduction, and the integration of visual media and digital technology are effective in improving students' understanding. This study recommends the implementation of evidence-based strategies to help teachers manage cognitive load in mathematics classrooms.

Keywords: cognitive load; mathematics learning; instructional strategies; interventions; systematic review

PENDAHULUAN

Matematika merupakan mata pelajaran yang kerap dipandang sebagai bidang yang menantang karena sifatnya yang abstrak, bertingkat, dan membutuhkan pemrosesan informasi yang kompleks. Dalam proses pembelajaran matematika, siswa dituntut untuk secara bersamaan memahami konsep, menerapkan prosedur, serta memanipulasi simbol-simbol formal (Trimahesri & Hardini, 2019). Aktivitas-aktivitas ini memerlukan kapasitas memori kerja yang besar. Teori Beban Kognitif (*Cognitive Load Theory/CLT*) menegaskan bahwa apabila beban mental yang ditimbulkan oleh aktivitas pembelajaran melebihi kapasitas memori kerja siswa, maka hal tersebut dapat menghambat pembentukan pengetahuan yang bermakna

(Sweller et al., 2011). Selama satu dekade terakhir, sejumlah studi telah mengkaji berbagai strategi dan intervensi pembelajaran yang bertujuan untuk mengurangi beban kognitif siswa dalam pembelajaran matematika. Beberapa pendekatan yang telah banyak diteliti antara lain adalah penggunaan contoh kerja (*worked examples*), scaffolding, pengurangan efek perhatian terbagi (*split-attention effect*), penggunaan multimedia atau visualisasi, serta integrasi teknologi digital (Van Merriënboer & Sweller, 2010; Chandler & Sweller, 1991; Paas et al., 2019). Meskipun demikian, hasil temuan dari berbagai penelitian tersebut masih tersebar dan belum dianalisis secara sistematis untuk memperoleh pemahaman yang utuh serta menyusun rekomendasi praktis bagi dunia pendidikan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk melakukan Tinjauan Literatur Sistematis (*Systematic Literature Review/SLR*) terhadap strategi dan intervensi pembelajaran yang telah terbukti secara empiris dapat mengelola dan mengurangi beban kognitif dalam pembelajaran matematika. Dengan menggunakan pendekatan PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), kajian ini mengidentifikasi strategi pengajaran yang efektif dalam mengelola tiga jenis beban kognitif: intrinsik, ekstrinsik, dan germane. Tinjauan ini diharapkan dapat memberikan kontribusi baik secara teoretis maupun praktis, khususnya bagi pendidik, pengembang kurikulum, dan peneliti dalam merancang pembelajaran matematika yang lebih efektif dengan mempertimbangkan keterbatasan kognitif siswa. Hasil sintesis ini juga bertujuan untuk memperkuat dasar bukti (*evidence-based practices*) dalam pembelajaran dan menjadi rujukan untuk pengembangan penelitian lebih lanjut di bidang pendidikan matematika.

KAJIAN TEORI

Teori beban kognitif memberikan dasar konseptual yang kuat bagi para pendidik dan peneliti untuk mengembangkan strategi pembelajaran yang mampu mengoptimalkan kerja memori, meningkatkan efisiensi kognitif, dan mempercepat proses pembentukan pengetahuan. Bagian berikut akan menguraikan secara mendalam mengenai teori beban kognitif, termasuk jenis-jenis beban kognitif, prinsip-prinsip dasar dalam CLT, serta implikasinya dalam konteks pendidikan, khususnya pembelajaran matematika.

Definisi CLT (*Cognitive Load Theory*)

Teori Beban Kognitif (*Cognitive Load Theory* - CLT) dikembangkan oleh John Sweller pada 1980-an. Teori ini berfokus pada bagaimana cara otak manusia memproses informasi dan keterbatasan kapasitas memori kerja (*working memory*) yang hanya dapat menangani sejumlah informasi dalam waktu yang terbatas. Memori kerja berperan penting dalam proses pembelajaran karena informasi yang diterima harus diproses di memori kerja sebelum dipindahkan ke memori jangka panjang.

Teori beban kognitif merupakan teori yang mengungkapkan teknik-teknik dalam mengurangi beban ingatan jangka pendek dan kemudian membantu dalam perubahan ingatan jangka panjang yang berkaitan dengan proses perolehan skema. CLT adalah teori psikologis karena ia mencoba untuk menjelaskan fenomena psikologis atau perilaku yang dihasilkan dari pelajaran (Sari et al., 2024). Membangun psikologis adalah keterampilan yang terjadi dalam otak manusia. Dalam



CLT, konstruksi utama adalah beban kognitif dan belajar. CLT dikembangkan untuk menjelaskan efek dari desain pembelajaran (Sweller, 2010; Mindra et al., 2025).

Tujuan dari CLT adalah untuk memprediksi hasil pembelajaran dengan memperhatikan kemampuan dan keterbatasan dari kognitif manusia. Teori ini dapat diterapkan untuk berbagai lingkungan belajar karena karakteristik desain bahan belajar merupakan prinsip-prinsip pengolahan informasi manusia. CLT dipandu oleh gagasan bahwa desain skenario pembelajaran yang efektif harus didasarkan pada pengetahuan kita tentang bagaimana pikiran manusia bekerja (Ardayeni et al., 2019). Beban kognitif selama belajar ditentukan oleh memori kerja dari kegiatan kognitif yang dirancang untuk mencapai tujuan pembelajaran. Pertimbangan bagaimana beban kognitif mempengaruhi belajar adalah salah satu tujuan inti dari teori beban kognitif.

Teori belajar kognitif menekankan pada cara-cara seseorang menggunakan pikirannya untuk belajar, mengingat, dan menggunakan pengetahuan yang telah di peroleh dan disimpan dalam pikirannya secara efektif (Abdurakhman & Rusli, 2015). Psikologi kognitif menyatakan bahwa perilaku manusia tidak ditentukan oleh stimulus yang berada diluar dirinya, melainkan oleh faktor yang ada pada dirinya sendiri. Faktor-faktor *intern* itu berupa kemampuan atau potensi yang berfungsi untuk mengenal dunia luar dan dengan pengenalan itu manusia mampu memberikan respon terhadap stimulus. Berdasarkan pada pandangan tersebut teori belajar kognitif memandang belajar sebagai proses pefungsian kognisi, terutama unsur pikiran, dengan kata lain bahwa aktivitas belajar pada diri manusia ditentukan pada proses internal dalam pikiran yakni proses pengolahan informasi (Moreno & Babette Park, 2010).

Kategori CLT (*Cognitive Load Theory*)

Teori beban kognitif (Paas et al., 2010) menyebutkan bahwa beban kognitif dalam memori pekerja dapat disebabkan oleh tiga sumber yaitu: (1) beban kognitif instrinsik (*intrinsic cognitive load*); (2) beban kognitif ekstrinsik (*extraneous cognitive load*) dan (3) beban kognitif konstruktif (*germane cognitive load*). Jika beban kognitif bekerja melebihi kapasitas memori, pengolahan informasi, termasuk belajar, akan dikompromikan. Dengan kata lain, jika beban total memori kerja yang berlebihan, probabilitas perubahan berguna untuk memori jangka panjang berkurang. Masing-masing dari tiga kategori beban kognitif akan dibahas secara terpisah berikut ini:

1. Beban Kognitif Intrinsik (*Intrinsic Cognitive Load*)

Beban kognitif instrinsik ditentukan oleh tingkat kesulitan informasi atau materi yang sedang dipelajari, sedangkan beban kognitif ekstrinsik ditentukan oleh teknik penyajian materi tersebut (Mayer & Moreno, 2010; Pertiwi, 2020; Zarkasyi et al., 2024). Beban kognitif intrinsik tidak dapat dimanipulasi karena sudah menjadi karakter dari interaktifitas elemen-elemen di dalam materi. Sehingga, beban kognitif intrinsik ini bersifat tetap. Namun, beban kognitif ekstrinsik dapat dimanipulasi. Teknik penyajian materi yang baik, yaitu yang tidak menyulitkan pemahaman, akan menurunkan beban kognitif ekstrinsik. Pemahaman suatu materi dapat mudah terjadi jika ada pengetahuan prasyarat yang cukup yang dapat dipanggil dari memori jangka panjang. Jika pengetahuan prasyarat dapat hadir di memori pekerja secara otomatis, maka beban kognitif ekstrinsik akan semakin berkurang. Semakin banyak



pengetahuan yang dapat digunakan secara otomatis, semakin minim beban kognitif di memori pekerja (Retnowati, 2008; Wahyuni & Cahyani, 2021).

Menurut CLT, beban kognitif intrinsik tergantung pada dua faktor: jumlah elemen yang harus diproses secara bersamaan dalam memori kerja pada setiap tugas belajar dan pengetahuan sebelumnya dari peserta didik. Beban yang dihasilkan dari elemen interaktivitas bervariasi antara dan di dalam bidang studi yang berbeda. Misalnya, memecahkan masalah aljabar berurutan dengan elemen interaktivitas yang lebih tinggi dari pada belajar kosa kata bahasa, dan menciptakan kalimat gramatikal yang benar dalam bahasa yang melibatkan elemen interaktivitas yang lebih tinggi dari pada belajar kosa kata itu sendiri (Sweller, 2010). Selain itu, pengetahuan sebelumnya memiliki efek pada beban intrinsik.

2. Beban Kognitif asing/ekstrinsik (*Extraneous Cognitive Load*)

Kategori beban kognitif ini juga tergantung pada elemen interaktivitas tetapi tidak seperti beban kognitif intrinsik, unsur-unsur berinteraksi sepenuhnya di bawah kontrol pembelajaran, dan CLT dirancang terutama untuk memberikan prinsip-prinsip untuk mengurangi beban kognitif asing. Apakah prosedur pelajaran membebani beban kognitif asing, dapat dinilai dengan menentukan apakah itu sesuai dengan prinsip-prinsip kognitif yang diuraikan sebelumnya. Jika prosedur pelajaran tidak memfasilitasi perubahan untuk menyimpan informasi (memori jangka panjang), atau jika prosedur pelajaran mengabaikan batas-batas prinsip perubahan dengan baik mengabaikan keterbatasan memori kerja atau melanjutkan pada asumsi bahwa memori kerja tidak memiliki keterbatasan. Prosedur pelajaran mungkin tidak efektif karena tidak perlu memperkenalkan interaksi elemen yang harus dihilangkan. Sebagai contoh, perhatikanlah orang mencoba untuk belajar melalui pembelajaran teknik penemuan. Dari pada diberitahu aturan ilmiah, orang itu diberikan informasi minimal dan diperlukan untuk bekerja diluar aturan dari informasi tersebut (Sweller, 2010).

Ada banyak efek CLT lainnya. Semua bergantung pada satu atau lebih dari lima prinsip kognitif yang diuraikan sebelumnya. Ringkasan yang lebih rinci juga dapat ditemukan dalam Sweller (2010). Secara umum, beban kognitif asing dapat diterapkan oleh satu atau lebih dari sumber berikut:

- a. Tidak memaksa pelajar untuk mencari langkah-langkah solusi dengan menggunakan prosedur (bukannya langsung belajar prosedur yang merupakan solusi dari pelajaran).
- b. Peserta didik membutuhkan membangun referensi informasi baru (bukan menggunakan sumber daya kognitif untuk membangun representasi baru).
- c. Belajar yang memperkenalkan elemen baru dengan terlalu banyak informasi ke dalam memori kerja untuk dimasukkan ke dalam struktur memori jangka panjang.
- d. Representasi terpisah (dalam ruang dan/atau waktu) terkait pelajaran yang memerlukan pelajar untuk melakukan penemuan dan proses.

3. Beban Kognitif Erat (*Germane Cognitive Load*)

Mengurangi beban kognitif asing memiliki fungsi sedikit, jika sumber daya memori kerja tidak digunakan untuk belajar yang efektif. Pembelajaran harus dirancang untuk memastikan bahwa sebagian besar sumber daya memori kerja sejalan dengan tujuan skema. Dengan kata lain, sumber daya memori kerja harus dicurahkan untuk berurusan dengan beban kognitif intrinsik dari beban kognitif yang



asing karena skema diarahkan berinteraksi terkait dengan beban kognitif intrinsik. Desain pelajaran yang meningkatkan penggunaan sumber daya memori kerja yang ditujukan untuk memuat kognitif intrinsik memiliki efek meningkatkan beban kognitif erat, yang harus ditingkatkan untuk batas kapasitas memori kerja. Selain itu, peningkatan beban kognitif erat menjadi kontra produktif dan dapat dikategorikan sebagai beban kognitif asing (Sweller, 2010).

Beban kognitif erat adalah beban kognitif yang diakibatkan oleh proses kognitif yang relevan dengan pemahaman materi yang sedang dipelajari dan proses konstruksi (akuisisi skema) pengetahuan. Jika tidak ada beban kognitif erat, berarti memori kerja tidak dapat mengorganisasikan, mengkonstruksi, mengkodekan, mengelaborasi atau mengintegrasikan materi yang sedang dipelajari sebagai pengetahuan yang tersimpan dengan baik di memori jangka panjang. Dengan kata lain, informasi yang disajikan tidak dipelajari dengan baik. Informasi tersebut mungkin berhasil disimpan di memori jangka panjang, tapi mungkin akan sulit dipanggil kembali atau tidak terkoneksi dengan pengetahuan yang relevan. Hal ini berakibat pada lambatnya proses pembelajaran yang terkait di masa selanjutnya (Cooper, 1990; Nabuasa et al., 2023).

Sebagian besar kerja dari beban kognitif asing diasumsikan bahwa sebagai kategori beban kognitif berkurang, beban kognitif erat secara otomatis akan meningkat karena peserta didik akan mencurahkan upaya yang sama untuk belajar terlepas dari efektivitas pelajaran. Pertimbangan bagaimana beban kognitif mempengaruhi belajar adalah salah satu tujuan inti dari teori beban kognitif. Ketiga jenis beban kognitif (Mayer & Moreno, 2010).

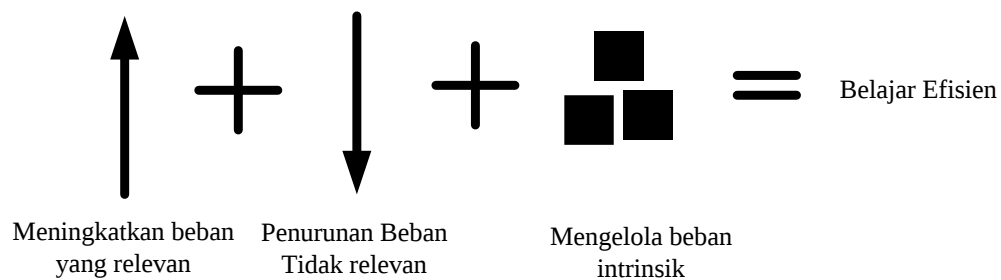
- a. Beban kognitif intrinsik: aktivitas yang melekat pada konten pelajaran. Hal ini terutama ditentukan oleh tujuan pembelajaran, serta pengetahuan dan keterampilan yang terkait dengan tujuan pembelajaran.

Beban kognitif erat (atau relevan): aktivitas yang terjadi dalam kegiatan belajar yang menguntungkan tujuan pembelajaran melalui akuisisi skema. Ini adalah beban yang relevan yang berkenaan dengan metode pengajaran yang mengarah ke hasil belajar yang lebih baik. Hal ini dapat dianggap sebagai usaha mental yang digunakan untuk membentuk skema dan aktif untuk mengintegrasikan informasi baru dengan pengetahuan sebelumnya. Ini adalah perbedaan antara informasi mahasiswa menyalin dari buku teks (beban erat rendah), atau merancang dan melaksanakan percobaan (beban erat tinggi).

- b. Beban kognitif asing (atau tidak relevan): aktivitas yang tidak relevan dengan tujuan pembelajaran, yang dipaksakan oleh perancang pelajaran.

Oleh karena itu pengajaran yang efektif terletak pada optimasi beban kognitif dalam kapasitas terbatasnya memori kerja peserta didik. Jika kapasitas terbatas akan kelebihan beban (*overload* kognitif), skema akuisisi akan terganggu, sehingga kinerja menjadi lebih rendah (Sweller, 2010). Ini adalah prinsip dasar dari teori beban kognitif: belajar yang efektif dapat dicapai dengan mengelola beban intrinsik, mengurangi beban kognitif asing dan meningkatkan beban erat (Kalyuga, 2010; Pendri, 2015), semua dalam pengolahan terbatas yang tersedia untuk memori kerja seperti pada Gambar 1.





Gambar 1. Model untuk belajar efisien (Dikutip dari CLT, 2010).

Beban Kognitif

Beban kognitif (*cognitive load*) merujuk pada jumlah seluruh kegiatan mental yang harus dilakukan di dalam memori kerja untuk memproses informasi yang diterima pada selang waktu tertentu (Cooper, 1990). Besarnya beban kognitif yang diterima oleh memori kerja dipengaruhi oleh sifat bahan pelajaran, dengan cara penyimpanan bahan pelajaran dan karakteristik siswa. Pertama, sifat bahan pelajaran dan bagaimana bahan pelajaran disampaikan sangat penting dalam menentukan besarnya beban kognitif. Beban kognitif yang ditimbulkan oleh sifat bahan pelajaran disebut sebagai beban kognitif intrinsik (*intrinsic cognitive load*). Sedangkan beban kognitif yang disebabkan oleh cara penyampaian bahan pelajaran disebut sebagai beban kognitif eksternal (*extraneous cognitive load*) (Cooper, 1990; Reski & Fadilah, 2024).

Sifat bahan pelajaran yang mempengaruhi adalah tingkat kerumitan bahan dan interaksi di antara unsur-unsur yang harus dipelajari. Bahan pelajaran yang tingkat kerumitannya rendah akan memberikan beban kognitif yang rendah, sedangkan bahan pelajaran yang tingkat kerumitannya tinggi akan memberikan beban kognitif yang tinggi pula. Demikian juga, interaksi yang tinggi di antara unsur-unsur yang membentuk informasi akan memberikan beban kognitif yang rendah pula. Sweller (2010) menyatakan bahwa berdasarkan tingkat interaksi di antara unsur-unsur yang membentuknya, semua informasi dapat ditempatkan dalam suatu garis lurus dua ekstrim. Pada satu ekstrim, tidak ada interaksi di antara unsur-unsur yang harus dipelajari. Masing-masing unsur berdiri sendiri. Interaksi diantara unsur-unsur sangat rendah, atau tidak ada, dan itu berarti masing-masing unsur-unsur dapat dipelajari secara berurutan tanpa mempertimbangkan atau melibatkan unsur lain. Karena unsur-unsur pada ujung ini tidak berinteraksi satu sama lain, orang tetap dapat mengerti walaupun masing-masing unsur dipelajari sendiri-sendiri dan secara terpisah. Mempelajari bahan seperti ini memberikan beban kognitif yang rendah karena masing-masing unsur dapat dipelajari tanpa mempertimbangkan atau melibatkan unsur yang lain. Contohnya, ketika mempelajari kosa kata bahasa asing, siswa dapat mempelajari arti masing-masing kata tanpa harus tahu arti yang lain.

Pada ekstrim yang lain ada interaksi yang sangat kuat diantara unsur-unsur yang harus dipelajari. Interaksi di antara unsur-unsur sangat tinggi, sehingga untuk memahami bahan tersebut semua informasi dengan unsur-unsurnya harus diproses secara bersamaan sehingga memberikan beban kognitif yang sangat berat. Pemahaman didefinisikan sebagai kemampuan untuk memproses semua unsur yang berinteraksi secara bersamaan dalam memori kerja. Contohnya, untuk dapat

mengucapkan kalimat yang bermakna dalam suatu bahasa, siswa harus mengetahui arti semua kata yang diperlukan (siswa harus menguasai kosa kata yang cukup) dan bagaimana kata-kata disusun dalam suatu kalimat (siswa harus memahami tata bahasa).

Kedua, cara penyampaian bahan pelajaran mempengaruhi besarnya beban kognitif yang diterima, khususnya beban kognitif asing. Sebagai contoh, penyampaian bahan pelajaran tertulis yang memaksa siswa untuk membagi perhatian pada dua hal yang terpisah akan memberikan beban kognitif yang lebih besar (*split attention effect*). Sebaliknya masalah yang memungkinkan siswa untuk memperhatikan bagian atau unsur yang memiliki informasi yang lengkap dahulu akan memberikan beban kognitif yang rendah (*goal free effect*) (Cooper, 1990).

Germane cognitive load dibutuhkan untuk mendorong memori kerja membangun dan menyampaikan skemata kedalam memori jangka panjang. Pembentukan skemata yang cukup dan kaya sangat penting dalam mengerjakan tugas yang rumit dimana dibutuhkan usaha yang lebih besar karena unsur-unsur yang terkandung didalam bahan yang harus dipelajari saling terkait dengan erat. Hal ini berkaitan dengan *intrinsic cognitive load* karena hal itu merupakan bagian instrinsik dari bahan yang dipelajari. Tetapi beban kognitif eksternal dan *germane cognitive load* ditentukan oleh rancangan pengajaran. Rancangan pengajaran yang tepat mengurangi beban kognitif eksternal tetapi meningkatkan *germane cognitive load* selama jumlah seluruh beban kognitif (beban kognitif intrinsik + beban kognitif eksternal + *germane cognitive load*) tetap berada dalam batas kapasitas memori kerja (Mayer & Moreno, 2010).

Ketiga, karakteristik siswa sangat menentukan besarnya beban kognitif yang diberikan suatu bahan terhadap memori kerja. Sebagai contoh, suatu bahan yang sangat rumit dan interaktif mungkin memberikan beban kognitif yang sangat besar kepada seseorang. Tetapi bahan yang sama mungkin memberikan beban kognitif yang tidak terlalu besar kepada orang lain karena orang tersebut telah memiliki skema yang cukup lengkap dan otomatis mengenai bahan tersebut. Sebagai contoh, siswa yang sudah ahli dalam matematika akan memperlakukan persamaan $(a + b)/c = d$ sebagai suatu skema yang hanya memerlukan sedikit sumber daya kognitif untuk memprosesnya. Sedangkan siswa yang baru mempelajari matematika akan memperlakukan masing-masing simbol dalam persamaan itu sebagai unsur yang terpisah dan saling berinteraksi, sehingga memberikan beban kognitif yang sangat besar dalam memori kerja. Contoh, siswa kelas tiga sekolah dasar akan memperlakukan pernyataan “matahari mengelilingi bumi” sebagai salah satu skema atau satu pemikiran dalam memori kerja. Tetapi anak pra sekolah yang berumur 4 tahun mungkin akan memperlakukan “matahari”, “mengelilingi”, dan “bumi” sebagai tiga unsur yang terpisah, sehingga memerlukan lebih banyak sumber kognitif untuk memprosesnya.

Perbedaan antara orang yang ahli dan pemula adalah bahwa pemula belum memiliki skema yang lengkap dan tersusun seperti yang dimiliki orang yang ahli. Pembelajaran menuntut perubahan struktur skematis dari memori jangka panjang dan ditunjukkan dengan perkembangan dari kinerja yang lamban, banyak kesalahan, dan susah payah menjadi mulus dan mudah. Perubahan kinerja terjadi karena ketika siswa menjadi lebih mengenal bahan, sifat kognitif yang berhubungan dengan bahan itu juga diubah sehingga dapat diproses.



Cognitive load theory berasumsi bahwa memori kerja yang terbatas dihubungkan dengan memori jangka panjang yang tidak terbatas (Mayer & Moreno, 2010). Karena keterbatasan memori kerja, pengajaran harus dirancang sedemikian rupa sehingga memori kerja mampu memproses pelajaran. Jadi, CLT berhubungan dengan ketebatasan memori kerja dan cara-cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan pembelajaran, yaitu pembentukan dan pengembangan skemata, dengan memasukkan beban kognitif yang cukup.

Cognitive load theory mempunyai banyak implikasi dalam rancangan bahan pelajaran yang optimal harus menjaga beban kognitif yang diterima siswa selama proses pembelajaran. *Cognitive load theory* paling baik diterapkan pada perancangan pelajaran untuk bahan yang rumit atau sangat menantang, yang memiliki beban kognitif intrinsik yang tinggi. Untuk bahan pelajaran yang mudah, yang memiliki beban intrinsik yang rendah, penerapan teori ini dalam rancangan pelajaran tidak akan memberi pengaruh yang berarti (Moreno & Mayer, 2010).

Hubungan Antara Beban Kognitif dan Belajar

Asumsi paling dasar, dalam konsep asli dari CLT, adalah bahwa ada hubungan negatif antara beban kognitif dan pembelajaran (Sweller, 2010): semakin rendah beban yang dialami selama belajar, semakin tinggi hasil belajar. Hubungan negatif antara beban kognitif dan belajar secara empiris telah didukung oleh banyaknya efek penelitian beban kognitif. Sebagai contoh, penelitian pada perhatian split dan efek koherensi menunjukkan bahwa ketika pembelajaran dirancang untuk memaksa pelajar untuk mengintegrasikan materi visual dan verbal atau proses informasi asing, maka belajar terhalang. Hubungan negatif antara beban kognitif dan belajar dapat dikurangi dengan pelajaran yang dirancang dengan membuat belajar mudah atau mungkin mudah.

Namun, beberapa studi telah memberikan kesimpulan (Moreno & Babette Park, 2010), bahwa hubungan terbalik antara beban dan belajar tergantung pada pengetahuan sebelumnya dari individu. Selain itu, membuat desain pelajaran yang terlalu mudah dapat menghalangi belajar karena gagal untuk memberikan tantangan yang diperlukan untuk memotivasi pelajar.

Masalah inti desain pembelajaran, bukan untuk mengurangi jumlah beban kognitif, melainkan untuk menemukan tingkatan yang tepat dari beban kognitif untuk setiap pelajar. Oleh karena itu, deskripsi lain mengenai hubungan antara beban kognitif dan belajar adalah sebuah bentuk terbalik: beban kognitif yang rendah sehingga menghambat belajar, belajar meningkat dengan beban meningkat sampai tingkat optimal dari beban telah tercapai, dan kemudian menurun sebagai beban kognitif melebihi kapasitas kognitif pelajar. Hubungan negatif antara beban kognitif dan belajar tampaknya hanya berlaku untuk kasus tertentu di mana kognitif peserta didik beroperasi pada batas-batasnya atau kapasitasnya.

Penerapan Teori Beban Kognitif dalam Pembelajaran

Untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran, guru harus merancang dan menyajikan materi pembelajaran dengan cara yang mengurangi beban kognitif ekstrinsik dan memaksimalkan penggunaan beban kognitif relevan. Berikut adalah beberapa penerapan dari CLT dalam pembelajaran:

1. Segmentasi dan Penyederhanaan Materi

Pembelajaran sebaiknya dibagi menjadi unit-unit kecil yang lebih mudah dikelola oleh memori kerja. Materi yang kompleks sebaiknya dipecah menjadi langkah-langkah atau sub-unit yang lebih sederhana dan disajikan secara bertahap. Contoh seperti saat mengajarkan konsep rumit seperti persamaan kuadrat, guru dapat memecah materi menjadi langkah-langkah sederhana. Pertama, siswa diajarkan konsep dasar persamaan, kemudian dilanjutkan dengan memperkenalkan cara menyederhanakan persamaan, dan akhirnya memecahkan persamaan tersebut. Pendekatan ini mengurangi beban kognitif siswa karena mereka mempelajari bagian-bagian materi satu per satu.

2. Penggunaan Multimedia yang Efektif

Teori Beban Kognitif juga menekankan pentingnya penggunaan media pembelajaran yang tepat. Multimedia seperti gambar, diagram, atau video dapat memperjelas konsep, tetapi harus dirancang dengan baik untuk menghindari informasi berlebihan (overload). Penggunaan elemen visual dan verbal secara bersamaan dapat membantu siswa memproses informasi lebih efisien, selama elemen tersebut tidak saling bertentangan atau terlalu banyak. Contoh seperti saat mengajarkan ilmu biologi tentang siklus air, guru dapat menggunakan animasi sederhana yang menunjukkan proses penguapan, kondensasi, dan hujan, sambil memberikan penjelasan lisan. Animasi ini membantu siswa untuk "melihat" bagaimana proses terjadi, sehingga mengurangi beban kognitif dalam memahami konsep abstrak.

3. Menghindari Informasi Berlebihan (Overloading)

Beban kognitif ekstrinsik dapat meningkat ketika siswa disajikan dengan informasi yang tidak relevan atau terlalu banyak informasi pada saat yang bersamaan. Oleh karena itu, guru harus memastikan bahwa materi yang disampaikan difokuskan pada hal-hal yang paling penting untuk dipelajari, tanpa menambahkan terlalu banyak detail yang tidak relevan. Contoh seperti Dalam pembelajaran sejarah, daripada memberikan terlalu banyak detail tentang konteks sosial setiap peristiwa, guru dapat memfokuskan pelajaran pada peristiwa utama yang harus dipahami siswa, lalu memberikan tambahan konteks setelah konsep utama telah dipahami.

4. Efek Modality (Modality Effect)

Teori Beban Kognitif menunjukkan bahwa informasi yang disajikan melalui berbagai saluran sensorik (misalnya, visual dan auditori) dapat mengurangi beban pada satu saluran saja. Oleh karena itu, memberikan informasi baik secara lisan maupun visual dapat meningkatkan pemahaman. Contoh seperti, Alih-alih hanya memberikan teks yang panjang di papan tulis, guru dapat menggabungkan diagram dengan penjelasan lisan. Hal ini memungkinkan siswa untuk memproses informasi melalui dua saluran kognitif (visual dan auditori), mengurangi beban pada memori kerja.

5. Prinsip Penghilangan (Redundancy Principle)

Salah satu prinsip CLT adalah menghindari pengulangan informasi yang tidak diperlukan. Ketika informasi disajikan secara berlebihan (misalnya, teks panjang yang mengulangi informasi yang sudah dijelaskan secara lisan), hal ini dapat menyebabkan beban kognitif meningkat tanpa memberikan manfaat tambahan. Saat mengajarkan diagram anatomi tubuh manusia, guru sebaiknya tidak menyertakan deskripsi teks panjang di bawah gambar yang sudah jelas menunjukkan setiap bagian



tubuh. Sebaliknya, guru bisa fokus pada penjelasan lisan sambil menunjukkan gambar, tanpa menambahkan teks berlebihan yang bisa membingungkan siswa.

6. Prinsip Efek Worked Example (*Worked Example Effect*)

Worked example, atau contoh soal yang sudah diselesaikan, membantu siswa mempelajari langkah-langkah penyelesaian masalah yang benar. Dengan melihat contoh soal yang sudah selesai, siswa tidak perlu terlalu banyak menggunakan kapasitas memori kerjanya untuk memikirkan bagaimana memulai menyelesaikan masalah baru. Misalnya dalam pembelajaran matematika, guru dapat memberikan beberapa contoh soal yang sudah dikerjakan lengkap dengan langkah-langkah penyelesaiannya sebelum meminta siswa mengerjakan soal serupa sendiri. Ini membantu siswa memahami cara menyelesaikan soal tanpa harus mulai dari nol.

7. Latihan Bertahap (*Scaffolding*)

Latihan bertahap memberikan bantuan yang cukup kepada siswa selama proses pembelajaran dan kemudian mengurangi bantuan tersebut seiring meningkatnya kemampuan siswa. Dengan memberikan bantuan di awal dan secara perlahan menariknya, siswa tidak merasa terbebani oleh tugas yang terlalu sulit pada awalnya. Seperti dalam pembelajaran pemrograman komputer, guru dapat memberikan kode pemrograman dasar yang setengah jadi dan meminta siswa melengkapinya, kemudian secara bertahap mengurangi bantuan hingga siswa mampu menulis kode dari awal sendiri.

METODE PENELITIAN

Kajian ini dilakukan dengan pendekatan Systematic Literature Review berdasarkan panduan PRISMA 2020. Sumber data diperoleh dari berbagai database internasional dan nasional, seperti Scopus, ERIC, Google Scholar, dan DOAJ. Kriteria inklusi meliputi artikel yang diterbitkan antara tahun 2010 hingga 2024 membahas strategi pengurangan beban kognitif dalam pembelajaran matematika, serta menggunakan metode kualitatif, kuantitatif, maupun campuran. Dari artikel yang ditemukan, dilakukan seleksi awal berdasarkan judul dan abstrak, sehingga tersisa puluhan artikel. Setelah evaluasi isi penuh, sebanyak 35 artikel dipilih sebagai sumber utama dalam analisis ini. Analisis dilakukan menggunakan pendekatan PICOS (Population, Intervention, Comparison, Outcome, Study Type), yang memudahkan penyusunan sintesis tematik terhadap berbagai strategi yang diteliti.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari proses penyaringan menggunakan metode PRISMA, diperoleh sebanyak 35 artikel yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi, dipublikasikan antara tahun 2013 hingga 2023 di jurnal nasional maupun internasional bereputasi. Artikel-artikel ini mengkaji berbagai strategi pembelajaran dalam konteks matematika yang bertujuan untuk mengurangi beban kognitif siswa. Ditemukan bahwa strategi pengurangan beban kognitif tidak hanya berkontribusi pada pemahaman konsep, tetapi juga berdampak positif terhadap motivasi, keterlibatan, dan kepercayaan diri siswa dalam pelajaran matematika. Penelitian oleh Chen et al. (2021) melaporkan bahwa integrasi scaffolding digital berbasis CLT meningkatkan partisipasi aktif siswa hingga 46%. Di sisi lain, studi oleh Raharjo & Mustika (2020) menunjukkan



bahwa penggunaan worked examples mampu menurunkan kecemasan matematika secara signifikan.

Selain itu, studi longitudinal oleh Zhang et al. (2022) menunjukkan bahwa pengelolaan beban kognitif yang tepat melalui desain instruksional berbasis CLT berdampak pada peningkatan skor matematika nasional selama tiga tahun berturut-turut pada kelompok eksperimen. Temuan ini menegaskan pentingnya penggunaan strategi berbasis CLT tidak hanya pada fase awal pembelajaran, tetapi secara berkelanjutan dalam seluruh tahapan pendidikan matematika.

Keterlibatan siswa yang meningkat juga diamati pada penggunaan multimedia interaktif dan game edukatif berbasis prinsip CLT. Siswa lebih terdorong untuk menyelesaikan tugas, menjawab pertanyaan, dan berdiskusi aktif ketika materi disajikan dalam bentuk visual dinamis yang mendukung pembentukan skema. Implikasi ini penting bagi pengembang pembelajaran yang ingin menumbuhkan learning ownership dan keterlibatan emosional siswa terhadap pelajaran.

Dengan demikian, pendekatan berbasis CLT tidak hanya mengatasi hambatan kognitif dalam pembelajaran matematika, tetapi juga berkontribusi pada pembentukan sikap positif siswa terhadap pembelajaran. Hal ini dapat memperbaiki persepsi negatif terhadap matematika yang selama ini dianggap sebagai mata pelajaran yang sulit dan menakutkan.

Hasil sintesis menunjukkan bahwa strategi-strategi berikut terbukti efektif:

1. Worked Examples.

Memberikan contoh kerja yang lengkap dapat membantu siswa mempelajari prosedur dan konsep baru tanpa terbebani oleh proses pemecahan masalah yang kompleks pada tahap awal.

2. Scaffolding (Penyangga Pembelajaran)

Dukungan bertahap yang diberikan kepada siswa, seperti petunjuk atau kerangka kerja, membantu mengelola beban intrinsik dan memfasilitasi pemahaman konsep abstrak.

3. Pengurangan Efek Split-Attention

Menyajikan informasi secara terintegrasi (misalnya teks dan gambar bersatu) mengurangi beban ekstrinsik yang muncul dari keharusan memproses informasi yang tersebar.

4. Visualisasi dan Multimedia.

Penggunaan diagram, animasi, atau video interaktif dapat memperkuat beban germane, yaitu beban yang berkaitan langsung dengan pembentukan skema mental.

5. Integrasi Teknologi Digital.

Aplikasi atau platform berbasis teknologi, seperti GeoGebra, Desmos, dan simulasi interaktif terbukti meningkatkan efektivitas pembelajaran dan mengurangi beban kognitif secara signifikan.

Temuan SLR ini menunjukkan bahwa desain pembelajaran yang mempertimbangkan aspek kognitif siswa dapat berkontribusi besar terhadap keberhasilan pembelajaran matematika. Pendekatan berbasis CLT tidak hanya mengurangi hambatan mental dalam memahami materi, tetapi juga meningkatkan efisiensi proses belajar dengan mengarahkan perhatian siswa pada elemen-elemen penting. Worked examples, misalnya, memungkinkan siswa membandingkan antara solusi yang diberikan dan pemahamannya sendiri, yang mempercepat internalisasi konsep. Demikian pula, scaffolding terbukti efektif dalam mendampingi siswa pemula hingga mampu belajar secara mandiri. Strategi-strategi ini sejalan dengan



prinsip pengelolaan tiga jenis beban kognitif: beban intrinsik, beban ekstrinsik, dan beban germane.

Hasil tinjauan menunjukkan bahwa pendekatan berbasis *Cognitive Load Theory* (CLT) semakin diakui dalam dunia pendidikan, terutama karena kemampuannya menjelaskan kegagalan belajar bukan sebagai akibat dari rendahnya kapasitas intelektual siswa, melainkan dari desain pembelajaran yang kurang tepat. Strategi-strategi yang ditemukan dalam studi ini menunjukkan bahwa pengurangan beban kognitif bukan berarti penyederhanaan materi, melainkan pengoptimalan cara penyajiannya agar sesuai dengan keterbatasan memori kerja manusia.

Sebagai contoh, penggunaan contoh kerja (*worked examples*) terbukti sangat bermanfaat dalam tahap awal pembelajaran konsep matematika. Strategi ini membantu siswa menghindari beban pemecahan masalah yang terlalu tinggi sebelum mereka memiliki skema kognitif yang memadai. Dalam konteks ini, *worked examples* tidak hanya mempercepat pemahaman prosedural, tetapi juga memperkuat pemahaman konseptual bila disertai penjelasan reflektif. Sementara itu, *scaffolding* memungkinkan guru menyesuaikan tingkat dukungan sesuai dengan perkembangan kompetensi siswa. Dalam praktiknya, *scaffolding* dapat berbentuk pertanyaan panduan, model pemecahan masalah, atau struktur penugasan yang memecah masalah besar menjadi langkah-langkah kecil. Penelitian yang ditinjau menunjukkan bahwa strategi ini sangat membantu mengelola beban intrinsik, terutama saat siswa mempelajari topik-topik matematika seperti aljabar, geometri, atau pemodelan statistik.

Reduksi efek *split-attention*, salah satu kontribusi penting dari CLT, secara konsisten muncul sebagai strategi efektif dalam kajian ini. Banyak studi menemukan bahwa siswa cenderung mengalami kebingungan dan kehilangan fokus bila informasi disajikan secara terpisah (misalnya, diagram di satu tempat, penjelasan di tempat lain). Oleh karena itu, integrasi informasi visual dan verbal dalam satu tampilan (contoh: anotasi langsung pada diagram) dapat membantu siswa memproses informasi dengan lebih efisien. Selain strategi kognitif, penggunaan teknologi digital juga menempati peran penting dalam mengelola beban kognitif. Aplikasi interaktif seperti GeoGebra atau Desmos memungkinkan visualisasi konsep-konsep matematika yang sulit dijelaskan hanya melalui teks atau simbol. Teknologi juga memberikan kesempatan bagi pembelajaran adaptif, yaitu ketika sistem memberikan tingkat kesulitan dan umpan balik yang disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing siswa.

KESIMPULAN

Tinjauan sistematis ini menyimpulkan bahwa penerapan strategi pembelajaran yang dirancang berdasarkan prinsip Teori Beban Kognitif memiliki dampak positif terhadap pemahaman matematika siswa. Strategi yang mengurangi beban ekstrinsik dan mengalokasikan ruang kognitif untuk beban germane terbukti paling efektif mampu meningkatkan efisiensi belajar matematika. *Worked examples*, *scaffolding*, reduksi *split-attention*, serta penggunaan media visual dan teknologi digital terbukti efektif dalam mengelola beban kognitif dan meningkatkan performa belajar.

Berdasarkan hasil dan keterbatasan penelitian ini, beberapa saran dapat diajukan untuk pengembangan selanjutnya. Pertama, dibutuhkan penelitian lanjutan dengan desain eksperimen yang lebih kuat untuk menguji efektivitas strategi



pengurangan beban kognitif secara kausal dalam berbagai level pendidikan dan konteks budaya. Kedua, penting bagi pengembang kurikulum dan pendidik untuk mengintegrasikan prinsip-prinsip *Cognitive Load Theory* secara eksplisit dalam desain pembelajaran, baik dalam perencanaan materi ajar, pengelolaan tugas, maupun dalam penggunaan media pembelajaran. Pelatihan guru secara sistematis terkait penerapan strategi berbasis CLT juga menjadi langkah penting agar implementasi di lapangan dapat berjalan optimal. Selain itu, penelitian masa depan disarankan untuk memperluas fokus pada integrasi CLT dalam bidang studi lain di luar matematika, serta mengeksplorasi peran teknologi berbasis kecerdasan buatan dalam mendukung pembelajaran adaptif yang sensitif terhadap kapasitas kognitif siswa. Upaya tersebut diharapkan dapat menghasilkan pendekatan pembelajaran yang lebih inklusif, efektif, dan berkelanjutan.

Penelitian ini memiliki implikasi penting dalam dunia pendidikan, khususnya dalam pengembangan model pembelajaran matematika yang lebih efisien dan ramah kognitif. Implementasi strategi berbasis CLT dapat meningkatkan keterlibatan siswa, menurunkan kecemasan matematika, serta mempercepat pembentukan pengetahuan jangka panjang. Di sisi lain, pendekatan ini juga mendorong peran aktif guru sebagai desainer pembelajaran yang mempertimbangkan aspek psikologis dan kognitif siswa.

Meskipun tinjauan sistematis ini memberikan gambaran komprehensif mengenai berbagai strategi dan intervensi yang efektif dalam mengurangi beban kognitif pada pembelajaran matematika, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diakui. Pertama, cakupan artikel yang ditelaah terbatas pada publikasi dalam rentang waktu 2013 hingga 2023, yang berpotensi mengabaikan temuan-temuan penting dari penelitian terdahulu yang masih relevan. Kedua, sebagian besar artikel yang dianalisis berasal dari studi dengan desain kuasi-eksperimen atau studi korelasional, sehingga keterbatasan dalam validitas internal dan kausalitas perlu menjadi perhatian. Selain itu, hanya artikel berbahasa Indonesia dan Inggris yang dimasukkan dalam tinjauan ini, sehingga kemungkinan bias bahasa tidak dapat dihindari. Fokus tinjauan yang hanya pada konteks pembelajaran matematika juga membatasi generalisasi temuan terhadap bidang studi lain. Terakhir, tidak semua penelitian yang dianalisis melaporkan secara rinci kondisi implementasi strategi di kelas, sehingga menyulitkan dalam mengidentifikasi faktor kontekstual yang mempengaruhi keberhasilan intervensi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurakhman, O., & Rusli, R. K. (2015). Teori belajar dan pembelajaran. *Didaktika Tauhidi: Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 2(1).
- Ardayeni, E., Yuhana, Y., & Hendrayana, A. (2019). Analisis germane cognitive load siswa ditinjau dari gaya belajar matematis pada pembelajaran Contextual Teaching and Learning. *Jurnal Math Educator Nusantara: Wahana Publikasi Karya Tulis Ilmiah di Bidang Pendidikan Matematika*, 5(01), 26-35.
- Chandler, P., & Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and Instruction*, 8(4), 293–332. https://doi.org/10.1207/s1532690xci0804_2



- Chandler, P., & Sweller, J. (1992). The split-attention effect as a factor in the design of instruction. *British Journal of Educational Psychology*, 62(2), 233–246.
- Chotimah, H., dkk. (2009). *Strategi-strategi pembelajaran untuk penelitian tindakan kelas*. Malang: Surya Pena Gemilang.
- Clark, R. C., Nguyen, F., & Sweller, J. (2006). *Efficiency in learning: Evidence-based guidelines to manage cognitive load*. Pfeiffer.
- Cooper, G. (1990). *Cognitive Load Theory as an aid for instructional design*. Australian Journal of Educational Technology. Diunduh dari <http://www.ascilite.org.au/ajet6/cooper.html>
- Kalyuga, S. (2010). *Cognitive load theory: Schema acquisition and sources of cognitive load*. Cambridge University Press.
- Kester, P., & Van Merriënboer, J. J. G. (2010). *Instructional control of cognitive load in the design of complex learning environments*. Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Mindra, D. S., Aziz, F., Ferdiana, R., Tazkillah, G. A., & Barokah, N. N. (2025). Efektivitas Pembelajaran Berbasis Presentasi pada Keterampilan Komunikasi dan Kognisi Mahasiswa dalam Perspektif Teori Cognitive Load. *PESHUM: Jurnal Pendidikan, Sosial dan Humaniora*, 4(4), 5122-5134.
- Nabuasa, A., Lakusa, S. A. M., & Blegur, I. K. S. (2023). Pembelajaran berbantuan geogebra berdasarkan struktur kognitif manusia. *Griya Journal of Mathematics Education and Application*, 3(4), 582-598.
- Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2019). Cognitive load theory: A broad scope view. *Educational Psychology Review*, 31(2), 261–292. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09406-4>
- Pendri, Y. (2015). NHT Type Assisted Cooperative Learning with Multimedia Referring to Cognitive Load Theory to Improve Learning Outcomes. *Jurnal Pendidikan Sains Universitas Negeri Malang*, 2(1), 34-43.
- Pertiwi, R. I. (2020). Beban kognitif intrinsik siswa dalam menyelesaikan soal trigonometri ditinjau dari kecemasan. *JP2M (Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Matematika)*, 6(1), 10-21.
- Reski, S. H., & Fadilah, M. (2024). Analisis media pembelajaran terhadap beban kognitif peserta didik pada pembelajaran biologi. *Jurnal Bioshell*, 13(1), 11-16.
- Retnowati, E. (2008, November). Keterbatasan memori dan implikasinya dalam mendesain metode pembelajaran matematika. In *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika* (Vol. 2, pp. 359-372).
- Sari, F. F., Pujiarti, T., Hidayat, H., & Anjosa, A. (2024). Pembelajaran Matematika Diskrit Mengacu pada Teori Beban Kognitif (Cognitive Load Theory). *DIKSI: Jurnal Kajian Pendidikan dan Sosial*, 5(1), 10-17.



- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive load theory* (Explorations in the Learning Sciences, Instructional Systems and Performance Technologies). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8126-4>
- Trimahesri, I., & Hardini, A. T. A. (2019). Peningkatan kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar pada mata pelajaran matematika menggunakan model realistic mathematics. *Thinking Skills and Creativity Journal*, 2(2), 111-120.
- Van Merriënboer, J. J. G., & Sweller, J. (2010). Cognitive load theory in health professional education: Design principles and strategies. *Medical Education*, 44(1), 85–93. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2009.03498.x>
- Wahyuni, S., & Cahyani, Y. (2021). Beban Kognitif Mahasiswa dalam Pembelajaran Daring di Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes*, 12, 21-26.
- Zarkasyi, M. H., Abidin, Z., & Praherdhiono, H. (2024). Beban Kognitif Siswa Dalam Pembelajaran Berdasarkan Kurikulum Merdeka Sekolah Dasar. *Journal of Educational Technology Studies and Applied Research*, 1(2), 591767.

