

## Strategi Pembelajaran Matematika Berdasarkan *Cognitive Load Theory* untuk Meminimalkan *Extraneous Cognitive Load*

Dyahsiah Alin Sholihah

Pendidikan Matematika, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Alma Ata  
dyahsiahalin@almaata.ac.id



Open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

### ABSTRAK

Meminimalkan *cognitive load* siswa khususnya *extraneous cognitive load* sangat diperlukan agar materi yang diberikan oleh guru dapat dikonstruksi dan diproses oleh siswa menjadi pengetahuan baru yang bermakna. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk menggali informasi mengenai cara dalam mengembangkan dan mendesain strategi pembelajaran yang mampu meminimalkan *cognitive load* siswa. Penelitian dilakukan dengan menggunakan studi kepustakaan. Teknik penelusuran data secara online digunakan untuk mengumpulkan data dalam penelitian ini. Peneliti memanfaatkan sumber data antara lain Google Cendekia, *Science Direct*, dan *Education Resources Information Center* (ERIC). Selanjutnya artikel hasil penelusuran dianalisis dengan menggunakan metode analisis isi. Hasil kajian menunjukkan bahwa strategi yang dapat digunakan untuk mendesain pembelajaran matematika berdasarkan prinsip *cognitive load theory* adalah *goal-free effect*, *worked example effect*, *split-attention effect*, *redundancy effect*, *modality effect*, *element interactivity effect*, *imagination effect*, dan *guidance fading effect*.

**Kata Kunci:** Strategi Pembelajaran, *Cognitive Load Theory*, *Extraneous Cognitive Load*

### ABSTRACT

Minimizing students' cognitive load, especially extraneous cognitive load, is very necessary so that the material provided by the teacher can be constructed and processed by students into new, meaningful knowledge. So this research aims to explore information about how to develop and design learning strategies that can minimize students' cognitive load. The research was conducted using literature study. Online data retrieval techniques were used to collect data in this study. Researchers used data sources including Google Scholar, Science Direct, and the Education Resources Information Center (ERIC). Furthermore, the search results articles were analyzed using the content analysis method. The results of the study show that strategies can be used to design mathematics learning based on the principles of cognitive load theory are goal-free effect, worked example effect, split-attention effect, redundancy effect, modality effect, element interactivity effect, imagination effect, and guidance fading effect.

**Keywords:** Learning Strategies, Cognitive Load Theory, Extraneous Cognitive Load.

### A. PENDAHULUAN

Belajar merupakan kegiatan mental yang dilakukan untuk memahami suatu pengetahuan (Yohanes & Lusbiantoro, 2019). Proses belajar ini berkaitan dengan kemampuan memori untuk memproses informasi. Pemrosesan informasi merupakan aktivitas yang berlangsung di dalam

otak untuk mengolah informasi baru, kemudian menyimpan informasi tersebut, dan selanjutnya memunculkan kembali informasi yang telah tersimpan jika dibutuhkan (Slavin, 2009).

Setiap orang memiliki kemampuan memori yang berbeda serta memiliki keterbatasan dalam kapasitasnya. Ada orang yang memiliki kapasitas

memori yang besar sehingga mampu memproses dan mengingat informasi dengan banyak tetapi beberapa orang memiliki memori yang lebih kecil. Kapasitas memori yang terbatas dapat menyebabkan beban ketika menerima banyak informasi.

Beban yang dialami seseorang dalam menerima informasi dijelaskan dalam *Cognitive load theory* (CLT). *Cognitive load theory* diperkenalkan pertama oleh John Sweller dan rekan-rekannya di Australia sekitar tahun 1980-an. John Sweller ini sekaligus dikenal sebagai penemu *cognitive load theory*. *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 (Sweller, 1988). *Cognitive load theory* memanfaatkan arsitektur kognitif manusia untuk menghasilkan teknik instruksional yang mempromosikan pembelajaran dan pengembangan keterampilan pemecahan masalah. Arsitektur kognitif dapat didefinisikan sebagai infrastruktur yang mendasari dan mempengaruhi proses kognitif sebuah sistem cerdas, seperti manusia (Langley et al., 2009). Dengan demikian, semua kehidupan dan perilaku mental manusia melibatkan arsitektur kognitif. Misalnya ketika memperhatikan sesuatu akan melibatkan penggunaan sistem kognitif sehingga dapat

mengenali dan mengategorikan apa yang dilihat, didengar, dicicipi, maupun disentuh.

Premis dasar *cognitive load theory* menyebutkan bahwa arsitektur kognitif seseorang terdiri dari *working memory* dengan kapasitas pemrosesan dan durasi yang sangat terbatas ketika menghadapi informasi baru. Berkaitan dengan durasi pemrosesan informasi, menurut Paas et al. (2010) informasi yang tersimpan dalam *working memory* jika tidak dilatih atau dilakukan pengulangan, maka akan hilang dalam waktu 30 detik. Sedangkan kapasitas *working memory* tidak dapat menangani informasi lebih dari sekitar 7 elemen informasi secara bersamaan. Oleh karena itu, jika kapasitas *working memory* terlampaui saat memproses informasi, maka sebagian informasi atau bahkan semua informasi akan hilang. Artinya, proses menerima informasi baru hingga memperoleh pengetahuan dapat menyebabkan beban kognitif (*cognitive load*) bagi seseorang.

*Cognitive load* didefinisikan sebagai jumlah total energi mental yang dikenakan pada *working memory* pada satu waktu (Cooper, 1998). *Cognitive load* bisa terjadi pada siswa, misalnya saat mengikuti proses pembelajaran atau pemecahan masalah, termasuk saat pembelajaran dan pemecahan masalah matematika. Sebagai contoh, ketika siswa diajak untuk mempelajari materi matematika yang kompleks dan terlalu banyak dalam satu waktu atau ketika jangka waktu belajar siswa terlampaui lama. Hal ini akan memungkinkan terjadinya stres pada siswa. Pada saat seseorang

mengalami stres, maka *working memory* akan menurun dan mempengaruhi keseluruhan sistem.

Menurut Sweller et al. (1998) *cognitive load* dibagi menjadi tiga sub komponen yaitu: *Extraneous Cognitive Load* (ECL), *Intrinsic Cognitive Load* (ICL), dan *Germane Cognitive Load* (GCL). *Intrinsic cognitive load* berkaitan dengan tingkat kompleksitas informasi atau materi yang dipelajari (Sweller & Chandler, 1994). *Intrinsic cognitive load* sifatnya tetap dan tidak dapat dimanipulasi. Renkl et al. (2004) menjelaskan bahwa *intrinsic cognitive load* berkenaan dengan kekompleksan materi pelajaran yang bergantung pada tingkat pengetahuan awal siswa.

*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 (Sweller & Chandler, 1994). Jenis *cognitive load* ini bergantung pada tujuan instruksi. Misalnya, ketika tujuan instruksi adalah untuk membangun skema pemecahan masalah, *extraneous cognitive load* akan terjadi jika bahan ajar berisi teks atau grafik yang sulit untuk diintegrasikan satu sama lain.

*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 (Retnowati, 2018).

Paas et al. (2010) menyebutkan bahwa keterbatasan *working memory* hanya terjadi pada informasi baru yang belum pernah dipelajari. Sedangkan materi yang dipelajari dengan baik, disimpan dalam *long term memory*, tidak akan mengalami masalah ketika dibawa ke *working memory*. Ini berarti, *working memory* harus ditempati oleh operasi yang relevan dengan tugas, terutama ketika berhadapan dengan materi yang kompleks (Dhlamini & Mogari, 2011). 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. Sehingga penelitian ini bermaksud untuk membahas strategi-strategi dalam mendesain pembelajaran, terutama pembelajaran matematika berdasarkan *cognitive load theory* untuk meminimalkan *extraneous cognitive load* siswa.

## B. METODE

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kepustakaan (*library research*). *Library research* merupakan suatu studi untuk mempelajari berbagai literatur, buku-buku, catatan-catatan, laporan-laporan atau hasil penelitian sebelumnya yang sejenis yang berhubungan dengan permasalahan yang menjadi objek penelitian (Nizar, 1988).

Pengumpulan data penelitian ini menggunakan penelusuran *online*. Peneliti memanfaatkan sumber data antara lain Google Cendekia, *Science Direct*, dan *Education Resources Information Center* (ERIC). Artikel yang ditelaah adalah artikel yang berkaitan dengan masalah yang ditelaah yaitu tentang *cognitive load theory*, *cognitive load extraneous*, dan strategi pembelajaran matematika. Artikel yang diambil dalam setiap sumber data yang digunakan berjumlah 10 artikel. Kemudian artikel dianalisis dengan menggunakan metode analisis isi dan hanya dipilih artikel-artikel yang representatif terhadap pembahasan.

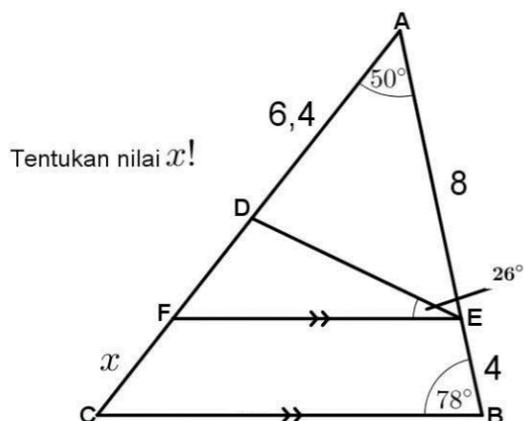
## C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Implikasi *cognitive load theory* dalam mendesain pembelajaran secara umum dijelaskan oleh Retnowati (2018), yaitu: 1) menyajikan materi dalam pembelajaran secara bertingkat (hirarkis), 2) menyimpan pengetahuan dengan baik agar memperdalam pemahaman, dan 3) memfasilitasi otomatisasi skema. Pengetahuan yang muncul secara otomatis tidak akan membebani *working memory*, sehingga pengetahuan yang disimpan

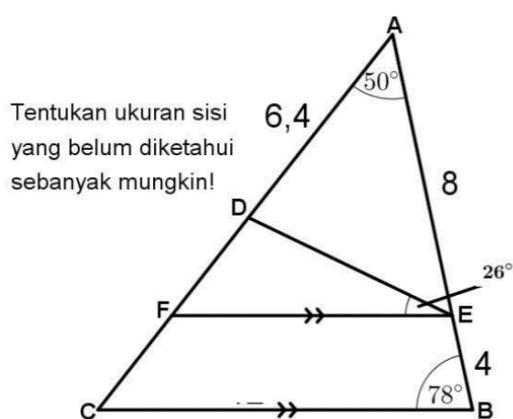
perlu dilatih berkali-kali agar secara otomatis ditampilkan oleh *working memory* ketika menyelesaikan masalah. Selain itu, secara khusus, *cognitive load theory* juga dapat diimplikasikan dalam mendesain pembelajaran matematika yang mampu meminimalkan *cognitive load extraneous* siswa. Berikut ini akan ditelaah strategi-strategi yang dapat digunakan untuk mendesain pembelajaran matematika berdasarkan prinsip *cognitive load theory*.

### 1. The Goal-Free Effect

*Goal-free effect* merupakan cara menyajikan materi dengan memberikan masalah atau soal yang disebut *goal-free problem*. *Goal-free problem* menurut Sweller (2011) disebut juga sebagai *no-goal problem*. Pada *goal-free problem* ini tidak ditentukan tujuan akhir dari masalah yang diberikan. *Goal-free* terjadi ketika masalah yang biasanya disajikan oleh guru secara konvensional yaitu dengan cara menentukan tujuan tertentu atau spesifik (*specific goal/goal given*) digantikan dengan masalah yang tidak menyatakan tujuan dengan spesifik (*no specific goal/goal free*). Misalnya, dalam trigonometri umumnya guru meminta siswa untuk menentukan sisi segitiga yang belum diketahui dengan menggunakan kalimat "tentukan sisi x". Jika menerapkan strategi *goal-free*, maka tidak mengharuskan siswa secara khusus hanya menentukan nilai x saja, tetapi menggunakan kalimat yang umum, misalnya "tentukan sisi yang belum diketahui sebanyak mungkin".



Gambar 1. Contoh Masalah *Goal Given*



Gambar 2. Contoh Masalah *Goal Free*

Kata-kata umum yang digunakan dalam *goal-free* akan memberikan kebebasan bagi siswa untuk menghitung sisi yang mereka bisa, dan perhitungan ini masih memungkinkan siswa untuk menghitung sisi yang ditargetkan pada masalah konvensional, yaitu sisi  $x$ . Penerapan *goal-free* dalam pembelajaran memungkinkan siswa untuk dapat menggunakan *working memory* yang terbatas untuk lebih optimal dalam membangun pengetahuan (Ayres, 1993).

## 2. The Worked Example Effect

*Worked example* menunjukkan langkah-langkah untuk memperoleh solusi atau penyelesaian permasalahan (Sweller, 2011). *Work example* digunakan untuk menunjukkan

bagaimana langkah-langkah memecahkan masalah kemudian langkah tersebut dapat dipraktikkan pada serangkaian masalah dengan sifat yang serupa. Dalam menggunakan strategi *worked example*, guru harus bisa memberikan contoh penyelesaian masalah yang dengan mudah dapat ditiru dan diikuti oleh siswa. Penyelesaian masalah dijabarkan langkah demi langkah dalam setiap permasalahan atau soal yang ada. *Worked example* memuat permasalahan, solusi atau penyelesaian masalah, dan penjelasan (Mayer, 2014).

Jika kemampuan awal siswa rendah atau pembelajaran bertujuan untuk membelajarkan konsep dan prosedur baru, maka strategi *work example effect* efektif untuk digunakan (Tyas & Pangesti, 2015). Selanjutnya strategi pembelajaran dapat diganti dengan *faded example* jika penerapan *work example effect* telah mampu meningkatkan kemampuan siswa. *Faded example* adalah mengurangi beberapa langkah atau penjelasan dalam penyelesaian suatu soal. Berikut adalah contoh penerapan strategi *worked example effect* dalam pembelajaran matematika.

1) Tentukan nilai  $x$  dari persamaan berikut!

$$20 = 12 + 4 \times 4 - x$$

Solusi :

$$20 = 12 + 4 \times 4 - x$$

$$20 = 12 + (4 \times 4) - x \quad \text{(Dahulukan perkalian sebelum penjumlahan atau pengurangan)}$$

$$20 = 12 + 16 - x$$

$$20 = 28 - x$$

$$20 + x = 28 - x + x \quad \text{(Kedua ruas dijumlahkan x)}$$

$$20 + x - 20 = 28 - 20 \quad \text{(Kedua ruas dikurangi dengan 20)}$$

$$x = 8 \quad \text{(Nilai x ditemukan.)}$$

2) Tentukan nilai  $x$  dari persamaan berikut!

$$30 = 15 \times 2 - 4 + x$$

Gambar 3. Contoh Strategi *Worked Example Effect*

*Worked example* efektif untuk mengurangi *cognitive load* pada siswa karena lebih berfokus pada bagaimana membantu siswa untuk menyelesaikan masalah dibanding menantang siswa untuk menentukan jalannya sendiri. Sweller (1999) menunjukkan bahwa *worked example* mampu mengurangi *cognitive load* yang tinggi jika dibanding dengan *problem solving* bagi pemula.

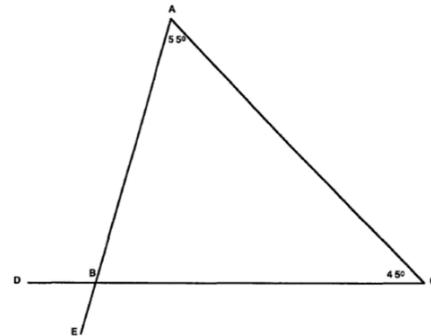
### 3. The Split-Attention Effect

*Split-attention effect* adalah kondisi saat perhatian siswa terbagi ke dalam dua atau lebih sumber informasi yang dipisahkan secara temporal atau spasial (Sweller, 2011). Lebih lanjut Kalyuga (2011) menyebutkan bahwa *split-attention effect* terjadi ketika dalam menyajikan materi pembelajaran, elemen grafis dan teks disajikan terpisah.

Guru harus menghindari *split-attention effect* pada saat menyajikan materi pembelajaran, karena waktu yang diperlukan oleh siswa untuk mencari elemen-elemen tersebut akan sangat lama dan pada waktu yang bersamaan siswa harus mengingat kembali elemen-elemen tersebut. Sehingga dapat dikatakan bahwa *split-attention effect* merupakan suatu kondisi yang sulit bagi siswa, karena tidak mudah untuk menggabungkan beberapa bagian informasi yang terpisah pada saat yang bersamaan.

*Split-attention effect* dapat dikelola dengan menyajikan informasi secara terintegrasi, tidak terpisah, sehingga tidak akan membingungkan ketika mencari konten penting yang relevan. Penyajian materi pembelajaran tanpa *split-*

*attention effect* dapat lebih memudahkan siswa dalam memahami materi yang disajikan karena menekan *extraneous cognitive load*. Berikut contoh materi pembelajaran matematika yang disajikan dengan *split-attention effect* dan tanpa menggunakan *split-attention effect* (Sweller et al., 1998).



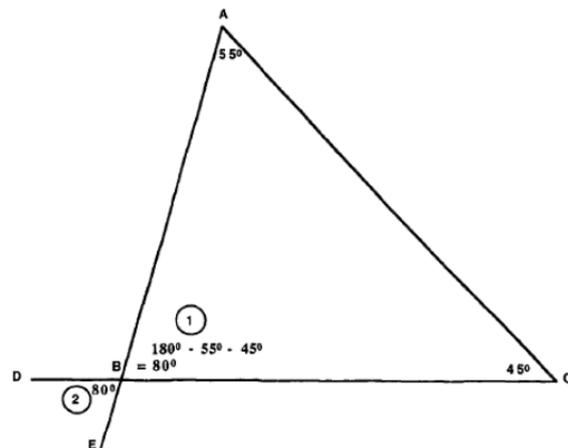
In the above Figure, find a value for Angle DBE.

Solution:

$$\begin{aligned} \text{Angle } ABC &= 180^\circ - \text{Angle } BAC - \text{Angle } BCA \quad (\text{Internal angles of a triangle sum to } 180^\circ) \\ &= 180^\circ - 55^\circ - 45^\circ \\ &= 80^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Angle } DBE &= \text{Angle } ABC \quad (\text{Vertically opposite angles are equal}) \\ &= 80^\circ \end{aligned}$$

Gambar 4. Contoh Materi dengan *Split Attention Effect*



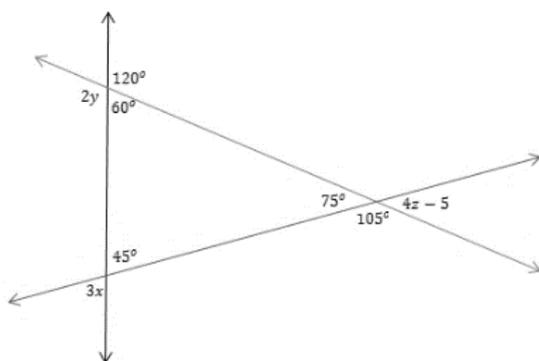
Gambar 5. Contoh Materi tanpa *Split Attention Effect*

### 4. The Redudancy Effect

*Redudancy effect* dan *split-attention effect* terlihat seperti berhubungan satu sama lain, tetapi pada kenyataannya sangat tidak saling berhubungan. Persamaan antara keduanya

hanya sama-sama memiliki sumber informasi berupa gambar dan teks. Sedangkan perbedaannya ada pada berbagai efek yang dihasilkan dari keterkaitan berbagai sumber yang tersedia. *Redudancy effect* terjadi ketika berbagai macam sumber informasi tidak perlu diintegrasikan karena dapat dipahami secara terpisah (Sweller, 2011).

*Redudancy effect* terjadi pada saat beberapa sumber informasi yang pada dasarnya memiliki sifat mandiri, dapat langsung digunakan tanpa harus menghubungkan dengan informasi yang lain (Sweller, Marrienboer, & Paas, 1998). Materi disajikan berkali-kali dengan berbagai format. *Redudancy effect* dapat diartikan sebagai pengelolaan penyajian materi (informasi) sehingga informasi yang sama tidak terulang walaupun dalam format yang berbeda. Berikut contoh materi ajar matematika yang menerapkan *redudancy effect* dan tanpa *redudancy effect*.



**Gambar 6.** Contoh Materi dengan *Redudancy Effect*

### 5. The Modality Effect

*Modality effect* berkaitan dengan *split-attention effect*. Ketika berhadapan dengan dua atau lebih sumber informasi yang sulit untuk

dipahami terpisah, maka sumber-sumber informasi tersebut ditampilkan dalam modalitas yang berbeda-beda. Misalnya, salah satu sumber informasi ditampilkan secara visual dan sumber yang lain ditampilkan dalam format auditori. Menyajikan sumber informasi dengan modalitas ganda akan meningkatkan *working memory* sehingga memungkinkan untuk meminimalkan atau menurunkan *extraneous cognitive load* (Sweller, 2011).

*Modality effect* cenderung digunakan dalam penyajian materi yang memanfaatkan multimedia, karena multimedia sering berkaitan dengan visualisasi dan auditori. *Modality effect* yang dihasilkan dengan penggunaan multimedia dengan visualisasi dan auditori akan menyebabkan beban pada *working memory* terbagi dua yaitu *phonological loop* dan *visuo-spatial sketchpad* sehingga dapat meminimalkan *extraneous cognitive load*.

### 6. The Element Interactivity Effect

*Element interactivity effect* terjadi ketika efek *cognitive load* yang dapat diperoleh dengan menggunakan informasi yang tinggi dalam *intrinsic cognitive load* menghilang dengan menggunakan informasi yang rendah dalam *intrinsic cognitive load* (Sweller & Chandler, 1994). Misalnya jika bahan ajar terdiri dari banyak elemen yang tidak terkait, yang dapat dipahami dan dapat dipelajari secara terpisah atau berurutan, interaktivitas elemen dianggap rendah. Tetapi jika bahan ajar tersusun dari unsur-unsur yang memiliki derajat interaksi tinggi yang harus diperhatikan secara

bersamaan sebelum terjadi pemahaman, materi tersebut dianggap memiliki unsur interaktivitas yang tinggi.

Ada dua acara untuk mengubah interaktivitas elemen (Chen et al., 2019). Pertama dengan mengubah sifat tugas. Misalnya, tugas diubah untuk mengurangi jumlah elemen yang berinteraksi. Cara kedua adalah dengan mengubah tingkat keahlian siswa. Proses kedua ini yang mengarah pada hubungan antara *expertise reversal* (pembalikan keahlian) dan *element interactivity effect*.

Ketika siswa baru belajar bagaimana memanipulasi persamaan aljabar, permasalahan  $\frac{a+b}{c} = d$  mungkin merupakan interaktivitas elemen yang relatif tinggi, dan merupakan masalah yang sulit. Karena ada banyak elemen yang harus diproses secara bersamaan di *working memory* agar berhasil memecahkan masalah. Sebaiknya, siapapun yang memiliki kompetensi aljabar, maka cenderung dapat dengan mudah memproses semua elemen dalam *working memory*. Banyak orang dapat dengan mudah menyelesaikan masalah secara mental, tanpa usaha. Pengetahuan yang disimpan dalam *long term memory* dapat diambil dan digunakan untuk menyelesaikan masalah dengan menggunakan prinsip pengorganisasian dan keterkaitan. Untuk seseorang yang telah memecahkan banyak masalah serupa, seluruh masalah dan solusinya merupakan satu elemen. Sehingga interaktivitas elemen rendah, untuk seseorang yang ahli dibidangnya.

## 7. The Imagination Effect

*Imagination effect* terjadi jika siswa ketika belajar lebih banyak diminta untuk berimajinasi (latihan mental) daripada belajar prosedur atau konsep. Teknik imajinasi diselidiki pertama kalinya dalam penelitian Cooper (1998). Cooper meminta siswa untuk membayangkan sebuah prosedur dari suatu proyek yang berupa diagram lengkap disertai penjelasan runtut langkah demi langkah pada sebuah *spreadsheet*. Setelah mempelajari, siswa diminta untuk membayangkan langkah-langkah pada prosedur tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil belajar siswa lebih baik ketika siswa diminta untuk membayangkan solusi yang telah dipelajari. Akan tetapi yang perlu menjadi catatan bahwa, teknik imajinasi hanya akan memberikan manfaat bagi siswa yang sebelumnya telah mempunyai pengetahuan awal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bagi siswa dengan pengetahuan awal rendah, teknik imajinasi tidak akan memberikan manfaat. Sebaliknya, justru akan menimbulkan *cognitive load* yang berat (Sweller, 2011).

Menurut *cogintif load theory*, efek imajinasi terjadi karena siswa yang membayangkan informasi didorong untuk memproses skema yang relevan dalam *working memory* sehingga membantu dalam mengonstruksi dan otomatisasi skema dalam *long term memory*. Sebagai contoh, ketika siswa mempelajari konsep besar sudut, yaitu sudut yang berlawanan memiliki besar yang sama, maka dalam mempelajarinya siswa tidak perlu berlatih

soal-soal, akan tetapi cukup dibayangkan saja teorema apa yang digunakan.

### 8. The Guidance Fading Effect

*Guidance fading effect* digunakan dalam bentuk contoh soal dengan tujuan untuk meningkatkan pemahaman siswa. Pada mulanya dalam memberikan contoh soal guru memberikan langkah-langkah penyelesaian yang runtut dari awal sampai ditemukan solusi permasalahan yang diajukan. Tetapi untuk soal berikutnya yang memiliki kemiripan, guru dapat mengaplikasikan *guidance fading effect* dengan tujuan agar siswa memahami konsep secara lebih cepat, yaitu dengan cara menghilangkan beberapa bagian dari runtutan langkah-langkah penyelesaian, kemudian siswa diharapkan untuk dapat menyelesaikan sendiri langkah penyelesaian yang dihilangkan tersebut.

Ada dua jenis *guidance fading effect* menurut Sweller (2011) yaitu *backward-fading* dan *forward-fading*. Contoh *backward-fading* dalam menyelesaikan masalah matematika adalah sebagai berikut.

Permasalahan: Tentukan berapa nilai a pada

$$\frac{a + b}{c} = d$$

Solusi:

$$\begin{aligned}\frac{a + b}{c} &= d \\ a + b &= dc \\ a &= \dots\end{aligned}$$

Sedangkan pada strategi *forward-fading*, siswa harus memberikan penyelesaian langkah pertama yang mana langkah akhir telah

diberikan oleh guru. Dengan menggunakan contoh di atas, strategi *forward-fading* adalah sebagai berikut.

Permasalahan: Tentukan berapa nilai a pada

$$\frac{a + b}{c} = d$$

Solusi:

$$\begin{aligned}\frac{a + b}{c} &= d \\ a + b &= \dots \\ a &= dc - b\end{aligned}$$

Jika prosedur *backward-fading* dibandingkan dengan prosedur *forward-fading*, pada umumnya *backward-fading* lebih efisien. *Backward-fading* akan membutuhkan waktu yang lebih sedikit untuk mempelajari contoh. Sehingga berdasarkan *cognitive load theory*, *backward-fading* dimana siswa diminta memberikan langkah penyelesaian di akhir akan memberikan dampak *cognitive load* yang lebih rendah daripada *forward-fading* dimana siswa diminta untuk memberikan langkah penyelesaian di awal.

## D. PENUTUP

### 1. Kesimpulan

*Cognitive load theory* dapat diimplikasikan dalam mendesain pembelajaran matematika yang mampu meminimalkan *cognitive load extraneous* yang mungkin dialami oleh siswa. Dengan meminimalkan *cognitive extraneous* memungkinkan bagi siswa untuk dapat menerima pembelajaran dengan baik dan dapat mengonstruksi pengetahuan yang diperoleh menjadi pengetahuan yang bermakna. Strategi

yang dapat dilakukan untuk mendesain pembelajaran matematika berdasarkan prinsip *cognitive load theory* antara lain *goal-free effect*, *worked example effect*, *split-attention effect*, *redundancy effect*, *modality effect*, *element interactivity effect*, *imagination effect*, dan *guidance fading effect*.

## 2. Saran

Hasil penelitian studi kepustakaan yang telah dipaparkan di atas dapat digunakan sebagai dasar untuk melakukan penelitian lebih lanjut, yaitu penelitian lapangan. Penelitian lapangan perlu dilakukan untuk menguji apakah strategi-strategi tersebut efektif meminimalkan *extraneous cognitive load* siswa.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ayres, P. (1993). Why goal free problem can facilitate learning. *Contemporary Educational Psychology*, 18(5).
- Chen, O., Retnowati, E., & Kalyuga, S. (2019). Effects of worked examples on step performance in solving complex problems. *Educational Psychology*, 39(2), 188–202. <https://doi.org/10.1080/01443410.2018.1515891>
- Cooper, G. (1998). *Research into Cognitive Load Theory and Instructional Design at UNSW*. <http://dwb4.unl.edu/WWW/SW/UNSW.htm>
- Dhlamini, J. J., & Mogari, D. (2011). *Using a cognitive load theory to account for the enhancement of high school learners' mathematical problem solving skills*.
- Kalyuga, S. (2011). Cognitive Load Theory: How many types of loads does it really need? *Educ Psychol*, 23, 1–19.
- Langley, P., Laird, J. E., & Rogers, S. (2009). Cognitive architectures: Research issues and challenges. *Cognitive Systems Research*, 10(2), 141–160. <https://doi.org/10.1016/j.cogsys.2006.07.004>
- Mayer, R. E. (2014). Fifty Years of Creativity Research. In *Handbook of Creativity* (pp. 449–460). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511807916.024>
- Nizar, M. (1988). *Metode penelitian*. Ghalia Indonesia.
- Paas, F., van Gog, T., & Sweller, J. (2010). Cognitive load theory: New conceptualizations, specifications, and integrated research perspectives. *Educational Psychology Review*, 22(2), 115–121. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9133-8>
- Renkl, A., Atkinson, R. K., & Große, C. S. (2004). How Fading Worked Solution Steps Works—A Cognitive Load Perspective. In *Instructional Science* (Vol. 32).
- Retnowati, E. (2018). *Keterbatasan Memori dan Implikasinya dalam Mendesain Metode Pembelajaran Matematika*.
- Slavin, E. . R. (2009). *Psikologi pendidikan: Teori dan Praktek. Terjemahan Marianto Samosir. 2011*. Indeks.
- Sweller, J. (1988). Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning. In *Cognitive Science* (Vol. 12).
- Sweller, J. (1999). *Instructional design in technical areas*. Camberwell, Vic. : ACER Press Instructional design in technical areas.
- Sweller, J. (2011). Cognitive Load Theory. *The Psychology of Learning and Motivation*, 55, 37–76. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387691-1.X0001-4>
- 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](https://doi.org/10.1207/s1532690xci1203_1)
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Psychology Review*, 10(3), 251–296.
- Tyas, F., & Pangesti, P. (2015). *Efek Cognitive Load Theory dalam Mendesain Bahan Ajar Geometri*.
- Yohanes, B., & Lusbiantoro, R. (2019). Teori Beban Kognitif: Elemen Interaktivitas dalam Pembelajaran Matematika. *Jurnal Inovasi Pendidikan dan Pembelajaran Matematika*, 5(1).