



Cognitive Load Theory in The Development of Multimedia Mathematics Learning

Muji Suwarno

Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Walisongo Semarang

mujisuwarno@walisongo.ac.id

ABSTRACT

Computer-assisted multimedia is needed to improve the quality of mathematics learning. The use of many media in learning has many advantages. However, more and more media contained in multimedia can make students experience cognitive overload. Therefore, in the development of computer-assisted multimedia it is necessary to note about the theory of cognitive load. This study aims to find out how the development of multimedia mathematics learning based on cognitive load theory with intrinsic cognitive load management, strengthening cognitive load germane, and minimizing extraneous cognitive load. This research uses descriptive qualitative research method by discussing the theory of cognitive load in multimedia video lectures-based mathematics learning with trigonometry II material for students of grade XI SMK equivalent. In this study, researchers acted as the main instrument. The results of the study showed that multimedia developed is in accordance with the theory of cognitive load that is in accordance with the principles of intrinsic cognitive load management, strengthening cognitive load germane, and minimizing extraneous cognitive load.

Keywords: *Multimedia, Cognitive Load Theory, Mathematic Learning*

ARTICLE INFO

Article History

Received: 2020-22-04

Revised: 2020-11-18

Accepted: 2020-11-19

Teori Beban Kognitif dalam Pengembangan Multimedia Pembelajaran Matematika

ABSTRAK

Multimedia berbantuan komputer dibutuhkan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran matematika. Penggunaan banyak media dalam pembelajaran memiliki banyak keunggulan. Namun, semakin banyak media yang terdapat dalam multimedia dapat membuat siswa mengalami *overload kognitive*. Untuk itu, dalam pengembangan multimedia berbantuan komputer perlu diperhatikan tentang teori beban kognitif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengembangan multimedia pembelajaran matematika berdasarkan teori beban kognitif dengan pengelolaan beban kognitif *intrinsic*, penguatan beban kognitif *germane*, dan meminimalisir beban kognitif *extraneous*. Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif deskriptif dengan membahas teori beban kognitif pada multimedia pembelajaran matematika berbasis *video lectures* dengan materi trigonometri II untuk siswa kelas XI SMK sederajat. Pada penelitian ini, peneliti bertindak sebagai instrumen utama. Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa multimedia yang dikembangkan sudah sesuai dengan teori beban kognitif yaitu sesuai dengan prinsip-prinsip pengelolaan beban kognitif *intrinsic*, penguatan beban kognitif *germane*, dan meminimalisir beban kognitif *extraneous*.

Kata Kunci: Multimedia, Teori Beban Kognitif, Pembelajaran Matematika

To cite this article: Suwarno, M. (2020). Teori Beban Kognitif dalam Pengembangan Multimedia Pembelajaran Matematika. *Alauddin Journal of Mathematics Education*, 2 (2), 117-125.

1. Pendahuluan

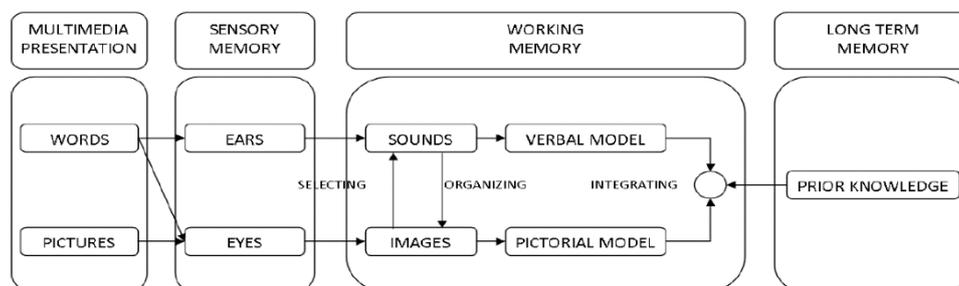
Pembelajaran matematika adalah suatu cara untuk membantu siswa menetapkan prinsip atau konsep matematika melalui proses sehingga siswa dapat memahami prinsip atau konsep matematika tersebut (Hudojo, 2005). Dalam meningkatkan kualitas pembelajaran matematika diperlukan bantuan teknologi, karena teknologi memegang peranan penting dalam pembelajaran matematika (National Council of Teacher of Mathematics, 2000). Dengan adanya bantuan teknologi, khususnya teknologi komputer dapat memungkinkan para guru atau praktisi pendidikan untuk mengembangkan multimedia berbantuan komputer. Multimedia diperlukan untuk menunjang proses pembelajaran khususnya pembelajaran matematika (Waldopo, 2011).

Multimedia secara etimologi merupakan gabungan dari bentuk jamak dari kata "multi" yang berarti banyak dan kata "media" yang berarti perantara informasi (Arkun & Akkoyunlu, 2008). Penggunaan multimedia dalam proses pembelajaran merupakan bentuk penyajian materi yang menggabungkan antara teks, suara, grafik, gambar, foto, animasi, dan video (Mayer, DeLeeuw, & Ayres 2007; Pramono, 2008; Vaughan, 2006). Sebagaimana yang diungkapkan oleh Padmanthara (2004) bahwa multimedia dalam pembelajaran memiliki banyak keunggulan, antara lain: (1) meningkatkan efisiensi belajar siswa, (2) meningkatkan motivasi belajar siswa, (3) memfasilitasi siswa supaya

belajar secara aktif, (4) memfasilitasi siswa supaya belajar eksperimen, (5) memfasilitasi belajar yang berfokus pada siswa, dan (6) membuat proses pembelajaran lebih menyenangkan.

Banyaknya manfaat penggunaan multimedia dalam pembelajaran menimbulkan suatu pertanyaan yaitu apakah semakin banyak media yang ditampilkan dalam multimedia maka akan semakin meningkatkan kualitas pembelajaran. Menurut Mayer (2009) pikiran manusia memiliki kapasitas terbatas dalam menerima informasi sehingga multimedia yang menyajikan informasi dengan banyak media dapat membuat kapasitas kognitif siswa kelebihan beban (*overload cognitive*). Untuk mengatasi hal tersebut, adanya teori beban kognitif dalam pengembangan multimedia. Selanjutnya Nurwanda, Milama, dan Yunit (2020) menambahkan bahwa pemrosesan informasi dalam kognitif manusia merupakan bagian utama dari sistem memori yang bekerja dalam memproses informasi pada memori jangka pendek (*short-term memory*) dan memori jangka panjang (*long-term memory*).

Menurut Mayer (2009) teori beban kognitif dalam pembelajaran dengan multimedia menggunakan asumsi saluran ganda (*dual-channel assumption*). Berdasarkan asumsi saluran ganda, setiap manusia memiliki saluran terpisah yang digunakan untuk menyaring dan mengolah informasi yang berupa materi visual dan materi auditif. Materi visual berupa informasi yang dilihat oleh mata sedangkan materi auditif merupakan materi yang didengar oleh telinga. Kedua saluran tersebut dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Teori Beban Kognitif dalam Pembelajaran Menggunakan Multimedia

Berdasarkan gambar 1, materi yang disajikan dalam multimedia pada umumnya berupa teks dan gambar. Kata-kata berupa materi visual dan gambar diterima oleh mata, kemudian informasinya dipilih ke dalam memori kerja. Ketika telinga mendengar kata-kata dalam bentuk materi auditif, informasi tersebut kemudian akan diseleksi ke dalam memori kerja. Informasi dari kedua saluran tersebut saling menyatu, dan informasi yang disimpan siswa dalam memori jangka panjang disebut *working memory*, sehingga akan menjadi pemahaman baru.

Kemampuan seseorang dalam menerima dan mengolah informasi yang melebihi kemampuan kapasitas memori kerja yang dimiliki akan menimbulkan beban kognitif (Achmad & Yusmaniar, 2019). Berdasarkan teori beban kognitif, terdapat tiga beban kognitif, yaitu (1) beban kognitif *intrinsic* yaitu beban pikiran yang dialami oleh siswa

akibat tuntutan konten materi selama proses pembelajaran, (2) beban kognitif *germane* yaitu beban pikiran yang dialami oleh siswa akibat pengintegrasian pengetahuan lama dan pengetahuan baru, dan (3) beban kognitif *extraneous* yaitu beban pikiran siswa yang diakibatkan oleh hal-hal yang tidak sesuai dengan tujuan pembelajaran selama proses pembelajaran (Clark, Nguyen, Sweller, & Baddeley, 2006; Mayer & Moreno, 2010; Paas, Renkl, & Sweller, 2004). Agar dapat menghindari terjadinya *overload kognitive* pada saat siswa menggunakan multimedia dalam pembelajaran, multimedia yang dikembangkan harus mengelola dengan baik beban kognitif *intrinsic*, meningkatkan serta menguatkan beban kognitif *germane*, dan mengurangi serta meminimalisir beban kognitif *extraneous*. (Mayer & Moreno, 2010). Adapun beban kognitif *extraneous* sebagaimana yang ungkapkan oleh Rahmat dan Hindriana dalam Sari, Ramdhan, dan Windyariani (2020) bahwa dapat ditelusuri lebih lanjut melalui pengukuran di luar proses pembelajaran.

Berdasarkan uraian di atas, pada penelitian ini akan membahas tentang bagaimana pengembangan multimedia pembelajaran matematika berdasarkan teori beban kognitif dengan pengelolaan beban kognitif *intrinsic*, penguatan beban kognitif *germane*, dan meminimalisir beban kognitif *extraneous*.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif. Peneliti yang bertindak sebagai instrumen utama mendeskripsikan isi atau konten multimedia pembelajaran matematika yang dikembangkan oleh peneliti berdasarkan teori beban kognitif. Adapun multimedia yang dikembangkan merupakan multimedia pembelajaran matematika berbasis *video lectures* dengan materi trigonometri II untuk siswa kelas XI SMK sederajat. Analisis tersebut didasarkan pada prinsip-prinsip pengelolaan beban kognitif *intrinsic*, penguatan beban kognitif *germane*, dan meminimalisir beban kognitif *extraneous*.

Menurut Damayanti (2013) pengelolaan beban kognitif *intrinsic* terdiri dari tiga prinsip, yaitu: (1) segmentasi, (2) *pretraining*, dan (3) modalitas. Penguatan beban kognitif *germane* terdiri dari lima prinsip, yaitu: (1) kemultimediaan, (2) perbedaan individu, (3) aktivitas yang terarah, (4) umpan balik, dan (5) refleksi. Sedangkan untuk mengurangi dan meminimalisir beban kognitif *extraneous* terdiri dari lima prinsip yaitu (1) koheren, (2) redundansi, (3) signalisasi, (4) keterdekatan waktu, dan (5) keterdekatan ruang. Prinsip-prinsip ini digunakan sebagai indikator analisis kesesuaian antara multimedia yang dikembangkan dengan teori beban kognitif. Pada penelitian ini juga diadakan wawancara dengan dua guru matematika dan lima siswa SMK sebagai penggunaan multimedia pembelajaran matematika.

3. Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan terhadap dua orang guru dan lima orang siswa SMK yang bertindak sebagai pengguna multimedia diperoleh data guru dan siswa yang menyatakan kesesuaian antara prinsip-prinsip beban kognitif dengan multimedia yang dikembangkan seperti yang disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Pernyataan Guru dan Siswa Tentang Kesesuaian antara Prinsip Beban Kognitif dan Multimedia yang Dikembangkan

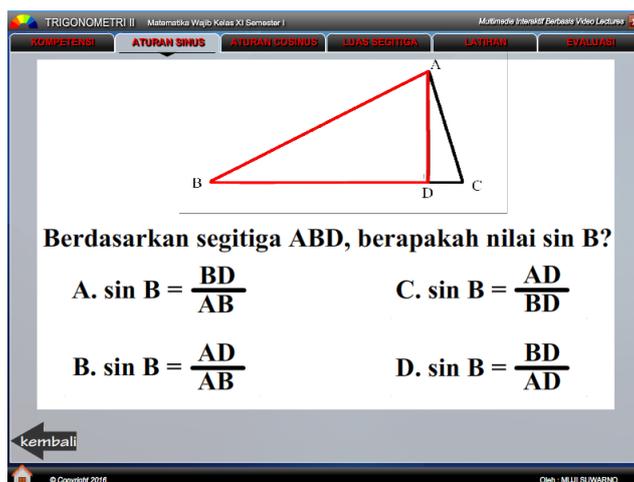
Prinsip Beban Kognitif	Frekuensi Guru dan Siswa Yang Menyatakan Sesuai
Segmentasi	7
Pretraining	7
Modalitas	6
Kemultimediaan	7
Perbedaan Individu	6
Aktivitas yang Terarah	6
Umpan Balik	7
Refleksi	7
Koheren	6
Redundasi	7
Signalisasi	7
Keterdekatan Waktu	6
Keterdekatan Ruang	6

4. Pembahasan

4.1 Analisis Pengelolaan Beban Kognitif Intrinsic

Pengelolaan beban kognitif *intrinsic* yang melekat dalam pengembangan multimedia didasarkan pada pengembangan prinsip-prinsip segmentasi, *pretraining*, dan modalitas. Lebih baik mengungkapkan prinsip segmentasi saat menggunakan multimedia yang dapat dikendalikan oleh siswa daripada dipresentasikan secara terus-menerus. Berdasarkan hal tersebut, maka multimedia yang dikembangkan harus *user-control* agar siswa dapat dengan mudah mengontrol multimedia sesuai dengan keinginannya. Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan terhadap guru dan siswa, multimedia yang dikembangkan mudah untuk dikendalikan. Pengguna multimedia tidak harus menggunakan multimedia secara terus-menerus dari awal, tetapi dapat langsung memilih materi yang sesuai kebutuhannya. Hal ini sejalan dengan prinsip segmentasi.

Prinsip *pretraining* dalam penggunaan multimedia pembelajaran yaitu menyediakan latihan awal berdasarkan karakteristik dan pengetahuan awal siswa. Komponen materi yang ada di dalam latihan awal merupakan materi yang pernah diterima siswa di jenjang sebelumnya. Latihan awal dapat disisipkan pada bagian penjelasan sehingga membuat multimedia lebih interaktif. Multimedia yang dikembangkan sudah sesuai dengan prinsip *pretraining* sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Salah Satu Tampilan Multimedia yang Dikembangkan

Prinsip modalitas dalam penggunaan multimedia pembelajaran yaitu multimedia menampilkan gambar dan narasi. Multimedia yang dikembangkan merupakan multimedia berbasis *video lectures* sehingga sudah sesuai dengan prinsip modalitas.

4.2 Analisis Penguatan Beban Kognitif *Germane*

Penguatan beban kognitif *germane* dalam pengembangan multimedia berdasarkan prinsip (1) kemultimediaan, (2) perbedaan individu, (3) aktivitas yang terarah, (4) umpan balik, dan (5) refleksi. Prinsip kemultimediaan dalam multimedia pembelajaran yaitu penggunaan gambar-gambar dan kata-kata dalam materi pembelajaran. Multimedia yang dikembangkan sudah sesuai dengan prinsip ini karena multimedia yang dikembangkan sudah memuat gambar-gambar yang sesuai untuk mengilustrasikan permasalahan yang dimunculkan pada materi seperti yang terlihat pada gambar 2.

Prinsip perbedaan individu dalam penggunaan multimedia pembelajaran yaitu menyajikan materi sesuai dengan kemampuan siswa. Materi pada multimedia yang dikembangkan sudah sesuai dengan prinsip ini karena dalam pembuatan multimedia sudah berkonsultasi dengan guru pelajaran matematika tempat uji coba multimedia agar materi yang disajikan sesuai dengan karakteristik siswa pada sekolah tersebut. Setelah menggunakan multimedia, siswa dapat mengerjakan soal evaluasi dengan nilai diatas KKM.

Prinsip aktivitas yang terarah dalam multimedia pembelajaran yaitu mengarahkan aktivitas siswa sehingga dapat menambah pengalaman belajar siswa. Penjelasan materi dalam multimedia yang dikembangkan, dimulai dengan permasalahan kontekstual kemudian diarahkan ke dalam materi yang dipelajari. Hal ini sesuai dengan prinsip aktivitas terarah dalam multimedia pembelajaran.

Prinsip umpan balik dalam multimedia pembelajaran yaitu memberikan umpan balik kepada siswa berupa pertanyaan atau penjelasan yang mengarahkan siswa

memperoleh pengetahuan baru. Komponen materi pada multimedia yang dikembangkan terdapat lembar kerja siswa yang merupakan umpan balik bagi siswa untuk mengarahkan siswa memperoleh pengetahuan baru. Hal ini sesuai dengan prinsip umpan balik.

Prinsip refleksi dalam multimedia pembelajaran yaitu memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengevaluasi hasil belajar siswa. Dalam multimedia yang dikembangkan memuat soal latihan yang dapat menjadi sarana siswa untuk mengevaluasi hasil belajar siswa.

4.3 Analisis Minimalisir Beban Kognitif Extraneous

Peminimalisiran beban kognitif *extraneous* dalam pengembangan multimedia berdasarkan prinsip (1) koheren, (2) redundansi, (3) signalisasi, (4) keterdekatan waktu, dan (5) keterdekatan ruang. Prinsip koheren dalam multimedia pembelajaran yaitu menghilangkan materi yang tidak sesuai dengan materi pokok. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru dan siswa, multimedia yang dikembangkan tidak ada materi yang menyimpang dari materi pokok ataupun kompetensi dasar. Hal ini menandakan bahwa multimedia yang dikembangkan sudah sesuai dengan prinsip koheren.

Prinsip redundansi dalam multimedia pembelajaran yaitu meniadakan teks ataupun gambar yang berlebihan pada multimedia. Prinsip ini juga menekankan bahwa multimedia seharusnya tidak menampilkan animasi yang berlebihan ataupun gambar *gif* yang tidak sesuai dengan tujuan pembelajaran sehingga membuat siswa lebih fokus pada animasi tersebut dibandingkan dengan memperhatikan materi. Guru dan siswa yang menggunakan multimedia yang dikembangkan menyatakan tidak ada animasi berlebihan pada multimedia sehingga dapat membuat siswa lebih fokus ke materi yang disajikan.

Prinsip signalisasi dalam media pembelajaran yaitu memberikan tanda pada teks atau gambar sehingga membuat siswa lebih fokus pada informasi pokok. Pada gambar 2 terlihat bahwa terdapat tanda garis berwarna merah yang menunjukkan bahwa segitiga tersebut menjadi informasi pokok pada penjelasan tersebut.

Prinsip keterdekatan waktu dalam multimedia pembelajaran yaitu menampilkan gambar dan teks yang bersesuaian secara bersamaan. Dalam multimedia yang dikembangkan, penjelasan berbasis *video lecture*. Teks dalam penjelasan berupa narasi. Dalam penjelasan, gambar dan narasi ditampilkan secara bersamaan sehingga multimedia sudah sesuai dengan prinsip ini.

Prinsip keterdekatan ruang dalam multimedia pembelajaran yaitu meletakkan teks dan elemen yang sesuai (gambar atau grafik) pada layar atau *slide* yang sama. Dalam multimedia yang dikembangkan, teks yang bersesuaian dengan elemen lain seperti gambar terletak pada layar yang sama. Seperti yang terlihat pada gambar 2, teks segitiga ABD satu layar dengan gambar yang memuat segitiga ABD. Hal ini sesuai dengan prinsip keterdekatan ruang.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa pengembangan multimedia pembelajaran matematika berbasis *video lectures* dengan materi trigonometri II untuk siswa kelas XI SMK sederajat sudah sesuai dengan teori beban kognitif yaitu sesuai dengan prinsip-prinsip: 1) pengelolaan beban kognitif *intrinsic* yang didasarkan pada pengembangan prinsip-prinsip segmentasi, *pretraining*, dan modalitas, 2) penguatan beban kognitif *germane* yang didasarkan pada prinsip kemultimediaan, perbedaan individu, aktivitas yang terarah, umpan balik, dan refleksi, 3) meminimalisir beban kognitif *extraneous* yang didasarkan pada prinsip koheren, redundansi, signalisasi, keterdekatan waktu, dan keterdekatan ruang.

Daftar Pustaka

- Achmad, Z. S., & Yusmaniar. (2019). Hubungan antara Pemahaman Konsep dengan Beban Kognitif Siswa pada Materi Hidrolisis Garam. *Jurnal Riset Pendidikan Kimia*, 9(1), 46–51. <https://doi.org/10.21009/JRPK.091.06>
- Arkün, S., & Akkoyunlu, B. (2008). A Study on the development process of a multimedia learning environment according to the ADDIE model and students' opinions of the multimedia learning environment. *Digital Education Review*, 17(17), 1–19.
- Clark, R. C., Nguyen, F., Sweller, J., & Baddeley, M. (2006). Efficiency in learning: Evidence-based guidelines to manage cognitive load. *Performance Improvement*, 45(9), 46–47. <https://doi.org/10.1002/pfi.4930450920>
- Damayanti, F. (2013). Pembelajaran Berbantuan Multimedia Berdasarkan Teori Beban Kognitif untuk Meningkatkan Kemampuan Menyelesaikan Masalah Program Linear Siswa X TKR 1 SMKN 1 Doko. *Jurnal Pendidikan Sains*, 1(2), 133–140.
- Hudojo, H. (2005). *Pengembangan Kurikulum dan Pembelajaran Matematika*. UM PRESS.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511811678>
- Mayer, R. E., DeLeeuw, K. E., & Ayres, P. (2007). Creating retroactive and proactive interference in multimedia learning. *Applied Cognitive Psychology*, 21(6), 795–809. <https://doi.org/10.1002/acp.1350>
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2010). Techniques That Reduce Extraneous Cognitive Load and Manage Intrinsic Cognitive Load during Multimedia Learning. In J. L. Plass, R. Moreno, & R. Brunken (Eds.), *Cognitive Load Theory* (pp. 131–152). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511844744.009>
- National Council of Teacher of Mathematics. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. National Council of Teacher of Mathematics.
- Nurwanda, Y., Milama, B., & Yunit, L. (2020). Pembelajaran Kognitif Siswa pada Pembelajaran Kimia Pondok Pesantren". *Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika*, 14(2), 2630–2641.

<https://doi.org/https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/JIPK/index>

- Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2004). Cognitive Load Theory: Instructional Implications of the Interaction between Information Structures and Cognitive Architecture. *Instructional Science*, 32(1/2), 1–8. <https://doi.org/10.1023/B:TRUC.0000021806.17516.d0>
- Padmanthara, S. (2004). Pembelajaran berbantuan komputer (PBK) dan manfaat sebagai media pembelajaran. *Tekno*, 1, 1693–8739.
- Pramono, G. (2008). *Pemanfaatan Multimedia Pembelajaran*. Pusat Teknologi Informasi dan Komunikasi Pendidikan, Depdiknas.
- Sari, E. L., Ramdhan, B., & Windyarian, S. (2020). Beban Kognitif Siswa Pada Materi Pencemaran Lingkungan Berbantuan Prezi Application. *BIODIK: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 6(3), 232–241. <https://doi.org/10.22437/bio.v6i3.9840>
- Vaughan, T. (2006). *Multimedia: Making It Work*. McGraw Hill.
- Waldopo, W. (2011). Analisis Kebutuhan Terhadap Program Multi Media Interaktif Sebagai Media Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 17(2), 244. <https://doi.org/10.24832/jpnk.v17i2.21>