

Analisis multimedia instruksional modul ajar matematika kelas VII SMP terbuka ditinjau dari *cognitive load*

Raekha Azka^{1*}, Herman Dwi Surjono²

¹UIN Sunan Kalijaga, Sleman, D.I. Yogyakarta, Indonesia

²Universitas Negeri Yogyakarta, Sleman, D.I. Yogyakarta, Indonesia

*e-mail: raekha.azka@uin-suka.ac.id

Diserahkan: 26/09/2024; Diterima: 19/04/2025; Diterbitkan: 30/04/2025

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sebuah modul ajar matematika kelas VII SMP Terbuka yang dikembangkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah Direktorat Pendidikan Sekolah Menengah Pertama dengan melihat dan fokus pada *Extraneous Cognitive Load* (ECL) yang ada. Metode penelitiannya menggunakan metode penelitian kualitatif yaitu *content analysis* (analisis isi). Proses analisis dilakukan dengan melihat pada modul mengenai adakah tampilan atau penyajian materi dan hal-hal lain kemudian di sandingkan dengan framework penyebab ECL. Framework penyebab ECL ada 5 yaitu 1) *Split Attention*, 2) *The redundancy of information*, 3) *The lack of signaling*, 4) *The incoherence*, dan 5) *The typing mistake*. Tulisan ini menghasilkan bahwa seluruh aspek penyebab ECL ada pada modul tersebut. Kemudian secara rinci 1) *Split Attention* muncul sebanyak 5 kali, 2) *The redundancy of information* muncul sebanyak 6 kali, 3) *The lack of signaling* muncul sebanyak 6 kali, 4) *The incoherence* muncul sebanyak 6 kali, 5) *The typing mistake* muncul sebanyak 1 kali dengan total kemunculan untuk seluruhnya adalah 24 kali. Dari data tersebut menandakan bahwa modul tersebut secara konten matematika sudah baik namun dalam penyajian infomasinya masih memuat ECL dan dapat diperbaiki serta dikembangkan agar ECL pada modul dapat dikurangi dan dihilangkan. Pengembangan modul matematika selain perlu memperhatikan konten matematika perlu juga mempertimbangkan bagaimana penyajian isi agar tidak menimbulkan beban kognitif berlebih.

Kata kunci: ECL, Muatan Kognitif, Multimedia

Abstract. This study aims to analyze a mathematics teaching module for grade VII of Open Junior High School developed by the Ministry of Education and Culture, Directorate General of Early Childhood Education, Primary Education and Secondary Education, Directorate of Junior High School Education by looking at and focusing on *Extraneous Cognitive Load* (ECL). The research method uses a qualitative research method, namely *content analysis*. The analysis process is carried out by looking at the module regarding the appearance or presentation of the material and other things then juxtaposed with the framework that causes ECL. There are 5 frameworks that cause ECL, namely 1) *Split Attention*, 2) *The redundancy of information*, 3) *The lack of signaling*, 4) *The incoherence*, and 5) *The typing mistake*. This paper found that all aspects of the causes of ECL are present in the module. Then in detail 1) *Split Attention* appears 5 times, 2) *The redundancy of information* appears 6 times, 3) *The lack of signaling* appeared 6 times, 4) *The incoherence* appeared 6 times, 5) *The typing mistake* appeared 1 time with a total occurrence of 24 times. The data indicates that the module has good mathematical content but the presentation of information still contains ECL and can be improved and developed so that ECL in the module can be reduced and eliminated. The development of mathematics modules in addition to paying attention to mathematical content also needs to consider how to present the content so as not to cause excessive cognitive load.

Keywords: Cognitive Load, ECL, Multimedia

Pendahuluan

Pendidikan sangat penting untuk manusia (Schutz & Muis, 2023). Dengan pendidikan dan pembelajaran manusia mampu mengikuti perkembangan jaman. Dalam pendidikan ada pembelajaran yang mana dapat memberikan siswa kesempatan untuk mengembangkan keterampilannya baik berpikir, intrapersonal dan kemampuan beradaptasi (Lestari et al., 2021). Bagaimana pembelajaran bisa mengembangkan kemampuan tersebut adalah dengan sumber pembelajaran yang tepat. Sumber pembelajaran yang tepat dapat membantu siswa memperoleh kompetensi secara individual (Asrowiah et al., 2021).

Keberadaan sumber ajar atau bahan ajar merupakan hal yang sangat penting dalam proses pembelajaran, karena dengan sumber belajar yang baik dapat membuat siswa belajar secara sistematis (Taufikurrahman et al., 2021). Hal yang sama diperkuat hasil penelitian (Sianturi & Abdurrahman, 2019) yang menunjukkan bahwa representasi sumber belajar berpengaruh yang kuat dan signifikan terhadap konsepsi peserta didik. Penggunaan modul dalam pembelajaran dapat menjadi salah satu sumber belajar supaya peserta didik mampu belajar beradaptasi dan secara aktif bisa mengembangkan dan mengoptimalkan kemampuan diri. Dengan menggunakan modul memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengoptimalkan kegiatan belajar sesuai dengan tingkat kemampuan dan kemajuan siswa tersebut (Ferdianto & Alfiani, 2019). Modul adalah bahan ajar yang disusun secara sistematis dan menarik dengan konten yang spesifik dan lebih ringkas untuk mencapai tujuan pembelajaran tertentu, dan dapat digunakan secara mandiri (Ferdianto & Alfiani, 2019; Saefudin et al., 2019). Modul memiliki karakteristik *self-instructional*, *self-contained*, *stand alone*, *adaptive*, dan *user friendly* (Lestari et al., 2021). Dengan kata lain penggunaan modul dalam pembelajaran khususnya matematika menjadi hal yang baik dan bisa mengefektifkan dalam proses belajar

Untuk memastikan bahwa pembelajaran matematika dapat berjalan efektif untuk mengoptimalkan kemampuan siswa, maka modul pembelajaran matematika penting untuk dikembangkan (Bakar & Ismail, 2020). Namun, modul belajar matematika masih kurang dalam pengembangan lebih lanjut dari hasil pengembangan sebelumnya (Rukhmana et al., 2020). Karena hal inilah maka banyak dari riset-riset mengenai modul masih didominasi oleh riset mengenai pengembangan modul ajar pada tahapan sampai ujicoba kelayakan saja (Taufikurrahman et al., 2021; Feriyanto & Putri, 2020; Karimah et al., 2020; Syafari, 2020; Za'Ba & Prabawanto, 2019). Penelitian mengenai evaluasi dan analisis terhadap modul ajar belum banyak terlebih jika dikaitkan dengan proses kognitif peserta didik. Mengenai proses kognitif peserta didik, bahwa saat peserta didik belajar, informasi akan masuk ke dalam otak untuk diproses ke dalam *working memory* yang kemudian menjadi skema pengetahuan untuk disimpan dalam *long term memory* (Sweller et al., 2019). Memperhatikan hal tersebut menjadi penting kita untuk mengevaluasi bahan ajar yang ada agar sesuai dengan cara kerja kognitif peserta didik (Nurjanah & Retnowati, 2018) termasuk modul ajar. Evaluasi modul yang telah ada berdasarkan cara kerja kognitif menjadi hal yang diperlukan untuk perbaikan dan pengembangan modul yang lebih sesuai dengan cara bagaimana informasi diakses dan dioleh dalam otak para peserta didik.

Menurut arsitektur kognitif manusia, *Working Memory (WM)* mengatur informasi selama pembelajaran dengan menghubungkannya dari *Long Term Memory (LTM)* (Retnowati et al., 2017). *Cognitive Load Theory (CLT)* adalah teori pembelajaran dan instruksional yang

menjelaskan implikasi desain instruksional dari arsitektur kognitif manusia bahwa batas-batas kapasitas WM harus dipertimbangkan dalam prosedur pembelajaran (Sweller J et al., 2011). Saat peserta didik belajar untuk mendapatkan informasi atau pengetahuan yang baru, peserta didik harus mampu mengalokasikan kapasitas WM untuk melakukan aktifitas mental saat mengolah informasi, namun dalam proses belajar seringkali ditemui peserta didik mengalami overload akibat dari jumlah informasi yang diproses tidak sebanding dengan kapasitas WM yang dimilikinya (Paas & van Merriënboer, 2020).

Penting bagaimana pembelajaran diatur agar bisa mengakomodir dari kapasitas WM yang ada pada diri peserta didik termasuk bahan ajar atau modul ajar yang dipakai. Dalam CLT ada 2 jenis *load* yaitu *intrinsik load* dan *extraneous load*. Hal yang bisa diminimalkan dalam pembelajaran agar WM tidak kelebihan beban adalah *extraneous load*. Dampak dari semain banyaknya *Extraneous load* adalah beban berpikir yang semakin sbesar sehingga mengurangi kemampuan peserta didik dalam menyerap dan mengolah informasi. *Extraneous load* dapat diminimalkan dengan menerapkan prosedur instruksional yang efisien dan mudah digunakan (Sweller et al., 2019). Penelitian Garnasih et al.,(2018) menghasilkan bahwa penggunaan video sesuai dengan prinsip multimedia mampu mengurangi *Extraneous load* yang terjadi pada psereta didik. Disisi lain pada penelitian (Lolang et al., 2023) mengemukakan penyajian materi dengan berurutan dan menggunakan grafik dalam menjelaskan dan tidak terpisah dengan penjelasan dalam Google Classroom mampu mengurangi secara signifikan *Extraneous load* peserta didik. Dengan apa yang telah dipaparkan maka modul ajar yang baik harus dikembangkan berdasarkan prosedur instruksional yang efisien sehingga mudah untuk digunakan dan dipelajari oleh peserta didik. CLT memberikan kerangka kerja untuk menganalisis desain instruksional dengan melihat kesesuaiannya dalam proses pembelajaran (Lee et al., 2020).

Dari paparan yang telah dijelaskan di atas maka melakukan analisis dan evaluasi dari modul ajar yang ada menjadi penting untuk bisa dilihat seberapa baik dan menjadi saran masukan untuk pengembangan modul yang akan datang. Modul yang di analisis adalah modul ajar matematika SMP Terbuka yang di susun dan dikembangkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah Direktorat Pendidikan Sekolah Menengah Pertama dengan melihat dan fokus pada *extraneous cognitive load (ECL)* yang ada. Modul ini dipilih dikarenakan sifatnya yang terbuka dan dapat diunduh secara gratis untuk digunakan serta menjadi modul resmi yang digunakan. Semoga tulisan ini bisa memberikan sumbangsih bagi pengetahuan dan menjadi salah satu rujukan dalam mengembangkan modul ajar serta sumber belajar peserta didik lainnya sehingga pembelajaran bisa berlangsung secara efektif dan optimal.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dengan menggunakan metode *content analysis*. Metode penelitian ini menganalisis teks, gambar, atau media lainnya secara sistematis untuk mengidentifikasi pola, tema, atau makna yang terkandung di dalamnya (Neuendorf, 2020). Penelitian ini menganalisis modul ajar yang dikembangkan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi karena banyak digunakan untuk menunjang

pencapaian kompetensi matematika yang diharapkan dalam Kurikulum Merdeka. Modul ini tersedia di internet dan dapat diunduh secara bebas. Oleh karena itu, modul ajar ini memiliki pengaruh yang kuat dalam mendukung konstruksi skema selama proses belajar siswa. Modul ajar yang akan di analisis pada tulisan ini adalah modul ajar matematika kelas VII. Pada modul ajar kelas VII terdapat 9 modul, namun karena keterbatasan penulis maka penulis akan berfokus pada modul 7 mengenai garis dan sudut yang berisi 1 kegiatan pendahuluan 3 kegiatan inti. Tampilan modul dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Tampilan Cover Modul Garis dan Sudut

Modul tersebut memiliki 51 halaman. Adapun dalam menganalisis modul tersebut di tinjau dari *extraneous cognitive load* (ECL) penulis menggunakan kerangka kerja atau *framework* tertentu. *Framework* yang penulis gunakan dalam tulisan ini menggunakan *framework* yang bersumber dari (Nurjanah & Retnowati, 2018) pada tabel 1. Alasan *Framework* ini digunakan karena sesuai dengan prinsip multimedia dan bersumber dari ahli yang telah menekuni mengenai WM dan ECL.

Tabel 1. *Framework* penyebab ECL

No	Penyebab ECL	Deskripsi
1	<i>Split Attention</i>	a. Berisi gambar, grafik, atau informasi tekstual yang seharusnya diproses secara bersamaan namun disajikan secara terpisah. b. Berisi materi yang seharusnya diproses secara bersamaan namun dipisahkan oleh halaman
2	<i>The redundancy of information</i>	Berisi informasi yang sama yang disajikan dalam berbagai bentuk atau tidak perlu diuraikan.
3	<i>The lack of signaling</i>	a. Berisi narasi yang kurang memberi tanda (seperti huruf tebal, miring, garis bawah, warna, judul, penomoran, dsb.), padahal bagian tersebut merupakan informasi penting. b. Berisi materi yang kurang memberi petunjuk kegiatan yang harus dilakukan siswa.

- | | | |
|---|---------------------------|---|
| | | c. Berisi materi yang kurang memberi petunjuk tentang istilah-istilah baru dalam matematika yang belum diketahui oleh siswa. |
| 4 | <i>The incoherence</i> | a. Berisi penambahan gambar atau kata-kata yang hanya untuk menarik perhatian tetapi tidak diperlukan secara langsung untuk pembelajaran
b. Berisi informasi teks yang panjang
c. Berisi materi yang disajikan dalam bahasa yang tidak jelas. |
| 5 | <i>The typing mistake</i> | Mengandung kesalahan pengetikan yang dapat mempengaruhi pemahaman siswa terhadap informasi |

Proses analisis modul sepenuhnya dilakukan oleh penulis pertama menggunakan *framework* yang ditunjukkan tabel 1. Proses analisis modul dilakukan melalui tahapan berikut (1) Membaca dengan seksama lalu masukkan kode saat ECL muncul; dan (2) Membuat matriks untuk menampilkan semua temuan; (3) Merangkum hasil temuan; dan (4) Melaporkan hasil penelitian. Kode yang digunakan merujuk penamaan nomor dan abjad pada tabel 1.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil Temuan Penyebab ECL

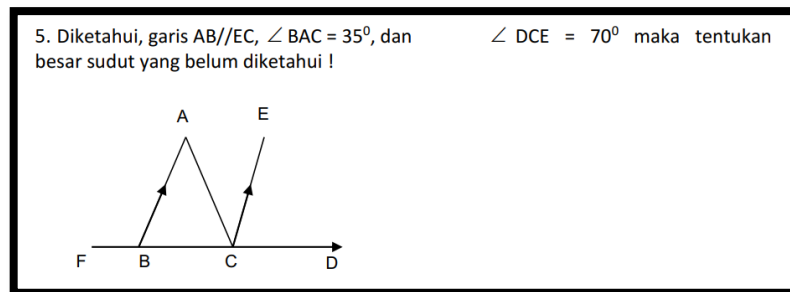
Setelah peneliti membaca modul, memberikan koding dari penyebab ECL yang muncul, membuat matrik apa saja penyebab ECL yang muncul pada modul, merangkum dan juga membuat laporan, secara umum semua penyebab ECL muncul pada modul 7 mengenai garis dan sudut. Banyaknya penyebab ECL yang muncul sebanyak 24 pada modul tersebut dari awal modul sampai akhir modul. Penyebab ECL yang paling sering muncul adalah *reduncancy* yaitu sebanyak 6 kali. Hasil temuan dari muatan ECL pada modul ajar secara rinci ditunjukkan pada tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Jumlah kemunculan penyebab ECL

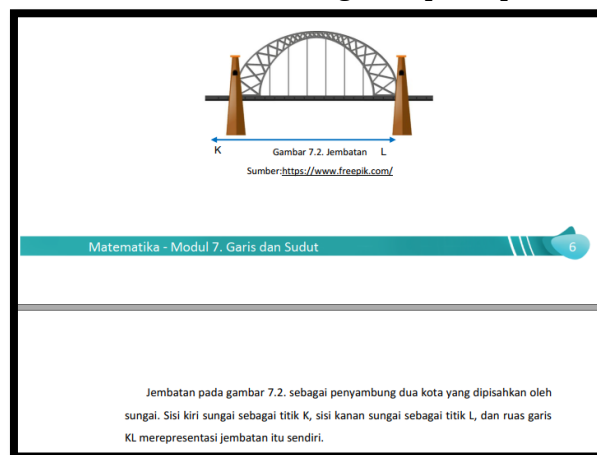
No	Penyebab ECL	Deskripsi	Banyaknya
1	<i>Split Attention</i>	a. Berisi gambar, grafik, atau informasi tekstual yang seharusnya diproses secara bersamaan namun disajikan secara terpisah.	2
		b. Berisi materi yang seharusnya diproses secara bersamaan namun dipisahkan oleh halaman	3
2	<i>The redundancy of information</i>	Berisi informasi yang sama yang disajikan dalam berbagai bentuk atau tidak perlu diuraikan.	6
3	<i>The lack of signaling</i>	a. Berisi narasi yang kurang memberi tanda (seperti huruf tebal, miring, garis bawah, warna, judul, penomoran, dsb.), padahal bagian tersebut merupakan informasi penting.	3
		b. Berisi materi yang kurang memberi petunjuk kegiatan yang harus dilakukan siswa.	1
		c. Berisi materi yang kurang memberi petunjuk tentang istilah-istilah baru dalam matematika yang belum diketahui oleh siswa.	2
4	<i>The incoherence</i>	a. Berisi penambahan gambar atau kata-kata yang hanya untuk menarik perhatian tetapi tidak diperlukan secara langsung untuk pembelajaran	2

		b. Berisi informasi teks yang panjang	1
		c. Berisi materi yang disajikan dalam bahasa yang tidak jelas.	3
5	<i>The typing mistake</i>	Mengandung kesalahan pengetikan yang dapat mempengaruhi pemahaman siswa terhadap informasi	1

Pada penyebab ECL yang pertama yaitu *Split Attention* dicontohkan pada gambar 2 dan 3. Pada gambar 2 dan 3 terlihat penyebab *split attention* adalah adanya gambar dan informasi yang seharusnya bisa di satukan namun disajikan secara terpisah sehingga memungkinkan peserta didik memproses gambar dan informasinya secara terpisah tidak dalam satu waktu.

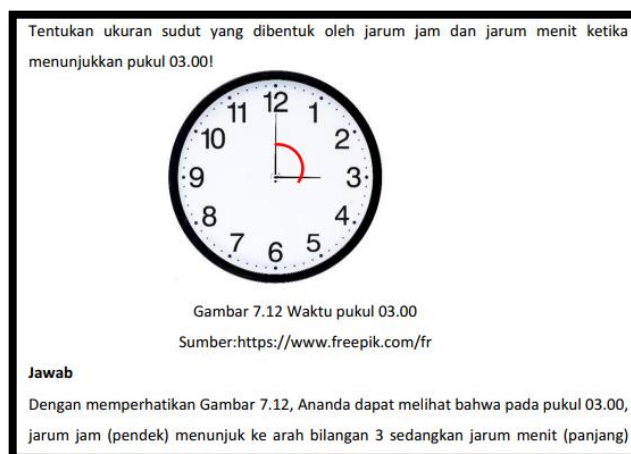


Gambar 2. Gambar dan Keterangan terpisah pada halaman 31

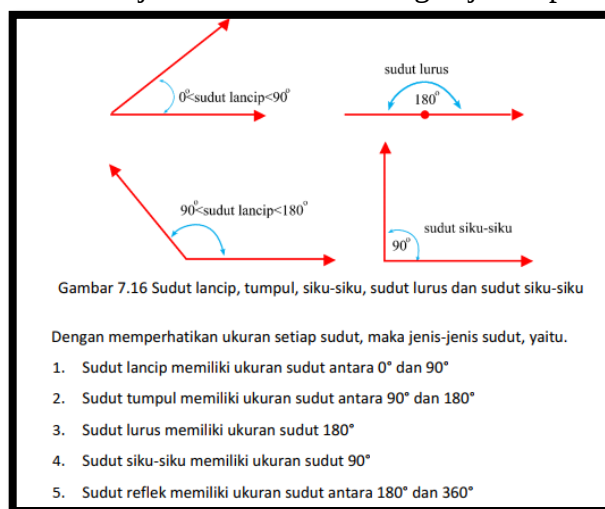


Gambar 3. Informasi sebelumnya terpisah halaman pada halaman 6 dan 7

Pada penyebab kedua *The redundancy of information* di contohkan pada gambar 4 dan 5. Pada gambar 4 terlihat bahwa gambar menunjukkan sebuah jam yang mana bagi siswa yang sudah bisa membaca jam keterangan pada gambar dan juga penjelasan di bawahnya justru menjadikan informasi yang berulang. Kemudian pada gambar 5 keterangan pada gambar sudut sudah cukup jelas namun diulangi menjadi penjelasan di bawahnya. Keterangan yang bukan perulangan hanya pada nomor 5 mengenai sudut refleks namun tidak disertai ilustrasi yang memadai.

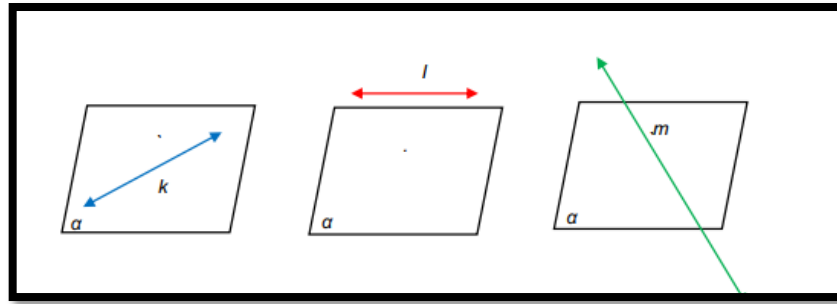


Gambar 4. Ilustrasi jam 3 disertai keterangan jam 3 pada halaman 17



Gambar 5. Keterangan pada gambar ada namun di ulang pada penjelasan (halaman 20)

Gambar 6, gambar 7 dan gambar 8 merupakan contoh dari penyebab ECL yaitu *The lack of signaling*. Pada Gambar 6 menunjukkan salah satunya adalah gambar garis yang menembus bidang, namun pada gambar tidak terlihat penekanan bahwa garis menembus bidang. Kemudian gambar 7 memberikan gambaran mengenai tidak adanya perintah kepada siswa untuk melakukan aktivitas karena setelah sub judul langsung dibawa ke materi. Pada gambar 8 terlihat adanya penggunaan simbol sejajar namun pada materi sebelumnya tidak ditemukan penggunaan simbol sejajar tersebut. Hal ini dapat menjadikan peserta didik kebingungan akan simbol tersebut.



Gambar 6. kedudukan garis dan bidang pada halaman 9

B. Aktivitas Pembelajaran

Sudut Berpelurus dan Sudut Berpenyiku

Gambar 7.17 menunjukkan bahwa

$$m\angle AOC = r^\circ \text{ dan } m\angle C = s^\circ \text{ berlaku}$$

$$r^\circ + s^\circ = 90^\circ$$

$$r^\circ = 90^\circ - s^\circ$$

$$s^\circ = 90^\circ - r^\circ$$

Hubungan antara r° dan s° disebut sudut berpenyiku.

Gambar 7. Menunjukkan tidak adanya perintah aktivitas pada halaman 24

Terdapat dua garis sejajar pada segitiga PQR

CI // QR. Segitiga PCI dan PQR dapat dibandingkan

PC : CQ = PI : IR. Sehingga diperoleh

$$2,7 : CQ = 3 : 4$$

$$2,7 \times 4 = CQ \times 3$$

$$10,8 = 3 CQ$$

$$CQ = 3,6$$

Gambar 8. Penggunaan simbol sejajar pada halaman 12

Selanjutnya pada penyebab yang ke empat *The incoherence* contohnya terdapat pada gambar 9 , gambar 10 dan gambar 11. Terlihat pada gambar 9 memuat sebuah gambar orang membawa papan tulisan rangkuman. Hal tersebut tidaklah memiliki pengaruh terhadap pembelajaran karena peserta didik sudah tahu jika itu bagian rangkuman dari sub judul yang ada.

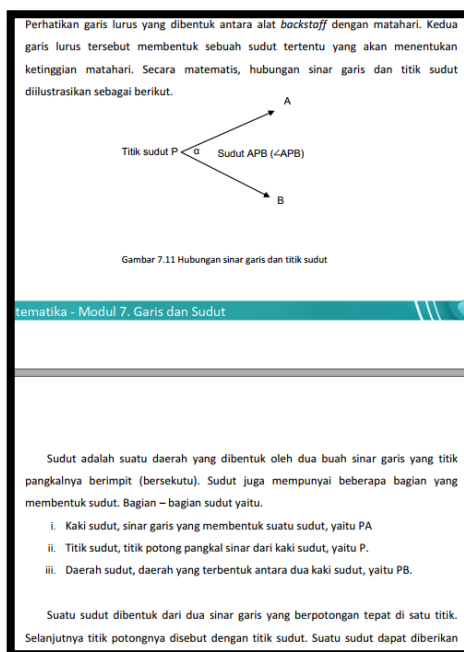
D. Rangkuman



1. Titik adalah suatu idea, benda pikiran yang bersifat abstrak. Titik dapat dilukiskan dengan tanda
2. Sebuah titik diberi nama dengan huruf
3. Garis ... memiliki berujung dan memiliki pangkal.
4. Contoh notasi ruas garis yaitu....
5. Sinar garis PQ yang dapat dinotasikan, dengan P sebagai ...

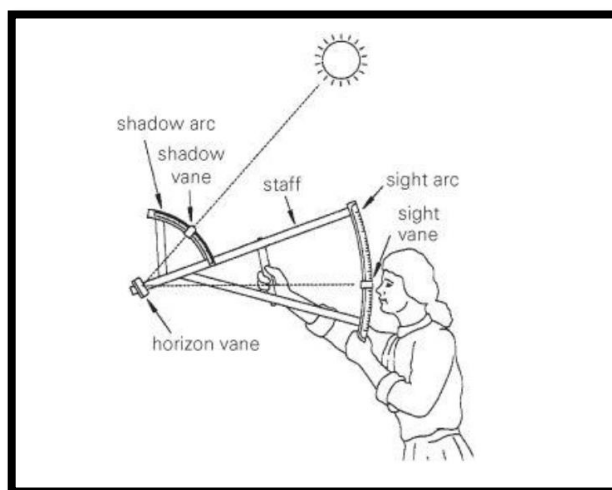
Gambar 9. Tampilan ilustrasi yang tidak berimbang pada isi pada halaman 21

Selanjutnya, pada gambar 10 terlihat penjelasan konsep mengenai besar sudut cukup panjang dan tidak disertai ilustrasi yang memudahkan peserta didik memahami tiap bagian.



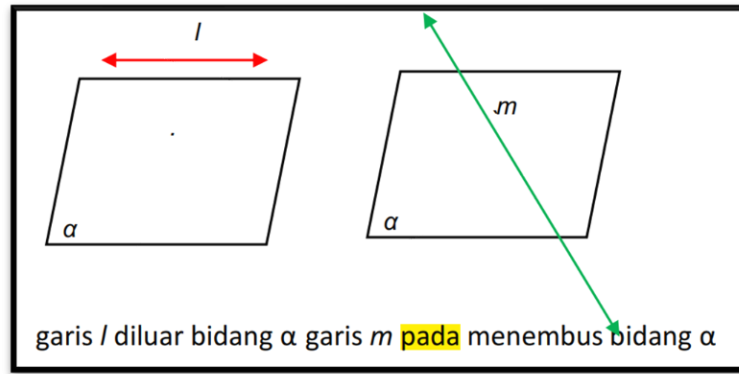
Gambar 10. Penjelasan besar sudut yang panjang pada halaman 16

Sementara itu pada gambar 11 terlihat sebuah ilustrasi yang keterangannya menggunakan bahasa inggris dengan kata-kata yang dimungkinkan peserta didik belum dapat memahaminya. Penggunaan bahasa atau istilah asing yang peserta didik belum memahami maknanya membuat gambar menjadi kurang memberikan penjelasan yang mempermudah pemahaman.



Gambar 11. Ilustrasi dengan keterangan bahasa inggris pada halaman 1

Yang terakhir adalah *The typing mistake*. Gambar 12 merupakan contoh dari *typing mistake* yang terjadi pada modul.



Gambar 12. Kesalahan dalam keterangan gambar pada halaman 9

Gambar tersebut memperlihatkan penulisan keterangan antara gambar kiri dan kanan terlihat bersambung menjadi satu menjadikan makna yang bisa dipersepsikan berbeda oleh peserta didik. Selain itu pada gambar kanan kata “pada” membuat kalimatnya bermakna menjadi tidak jelas.

Pembahasan mengenai penyebab ECL

Setelah melihat hasil dari analisis terlihat semua penyebab ECL ada pada modul tersebut. ECL menjadi hal yang perlu diperhatikan dalam membuat atau mengembangkan bahan ajar termasuk modul. ECL harus bisa diminimalkan dalam modul ajar (Sweller, 2012; Sweller J et al., 2011). Selanjutnya kita akan membahas satu per satu penyebab ECL yang muncul pada modul ajar tersebut.

Pertama kita akan membahas mengenai *split attention*. *Split attention* terjadi ketika perhatian harus dipisahkan dari beberapa sumber informasi visual yang semuanya penting untuk dipahami (Sweller, 2012). Dengan kata lain ketika gambar dan keterangan diberikan atau disajikan secara terpisah maka hal tersebut akan terjadi. Pada gambar 2 menunjukkan hal tersebut. Sebaiknya untuk ukuran sudut pada gambar 2 langsung saja di letakkan pada gambar agar semua informasi langsung ada secara satu kesatuan. Sementara itu selain visualisasi yang menyatu *split attention* dapat terjadi karena informasi yang ada terpisah oleh halaman yang berbeda. Sebaiknya informasi yang masih merupakan satu kesatuan diletakkan satu halaman yang sama (Nurjanah & Retnowati, 2018). Pada gambar 3 sebaiknya diletakkan satu halaman dengan membuat 3 kolom keterangan pada halaman yang sama.

Kedua mengenai *The redundancy of information*. Ini terjadi dikarenakan ada perulangan informasi baik oleh visual maupun oleh tulisan yang ada. Penyajian informasi yang bersifat *redundant* biasanya memiliki dampak negatif terhadap pembelajaran (van Merriënboer & Kester, 2012). Adanya perulangan informasi peserta didik harus memproses semua informasi yang berlebihan secara berulang-ulang, yang merupakan proses yang menuntut secara kognitif yang menghambat pembelajaran (Trypke et al., 2023; van Merriënboer & Kester, 2012). Pada gambar 4 mengilustrasikan mengenai gambar jam 3 dengan adanya keterangan jam 3 sebanyak dua kali. Seharusnya cukup berikan ilustrasi jam 3 saja tanpa perlu diberikan keterangan mengenai jam berapa. Pada gambar 5 senada dengan gambar 3 di mana dalam ilustrasi sudut sudah menunjukkan keterangan nama sudut dan juga besar sudutnya namun masih diberikan keterangan di bawahnya. Maka sebaiknya gambar 4 tidak perlu diberikan keterangan karena dengan gambar sudah jelas.

Penyebab ketiga yang dibahas adalah *The lack of signaling*. *Signaling* sangat penting dalam pembelajaran. Prinsip *signaling* mengacu pada temuan bahwa orang belajar lebih baik ketika isyarat ditambahkan untuk memandu perhatian pada elemen-elemen yang relevan dalam materi pembelajaran (Mayer & Fiorella, 2014). Prinsip *signaling* juga memperlihatkan

pembelajaran dapat meningkat jika perhatian pelajar difokuskan pada aspek-aspek penting dari tugas pembelajaran atau informasi yang disajikan (van Merriënboer & Kester, 2012). Dari hal tersebut maka *lack of signaling* terjadi karena tidak jelas informasi pada materi atau gambar serta tidak jelas perintah dan atau ketiadaan penjelasan mengenai kata-kata baru atau simbol baru yang digunakan. Pada gambar 6 *lack of signaling* terjadi karena ketidakjelasan gambar menunjukkan bahwa garis tersebut menembus bidang. Sarannya adalah dengan memberikan semacam tanda titik atau dengan menghilangkan sebagian gambar garis pada bagian yang dibelakang bidang. Sementara itu pada gambar 7 tidak adanya informasi perintah untuk peserta didik padahal sub judulnya adalah aktivitas pembelajaran. Saran perbaikan dengan memberikan perintah seperti bacalah keterangan dan lihatlah gambar berikut ini. Pada gambar 8 memperlihatkan simbol garis sejajar yang mana pada materi sebelumnya simbol tersebut belum pernah digunakan untuk menyatakan dua garis yang sejajar. Perbaikan yang bisa dilakukan adalah dengan menuliskan garis sejajar baru diberikan simbol setelahnya sebagai pengenalan simbol tersebut.

The incoherence adalah penyebab ECL yang muncul juga pada modul. Menurut Clark dalam (Nurjanah & Retnowati, 2018) menyatakan bahwa Penambahan informasi yang *incoherence* dalam bentuk grafik dan cerita yang menggoda, atau teks yang panjang akan mengganggu proses pembelajaran. Pada gambar 9 terlihat ada ilustrasi orang memegang tanda dengan tulisan rangkuman, namun hal tersebut tidak berpengaruh pada materi yang dipelajari. Sementara itu sudah ada keterangan bahwa pada bagian tersebut merupakan rangkuman dari sub judulnya. Saran perbaikan adalah dengan menghilangkan saja gambar tersebut. Pada gambar 10 merupakan materi besaran sudut yang penjelasannya panjang bahkan sampai halaman berikutnya. Perbaikannya adalah dengan mengoptimalkan ilustrasi mengenai sudut dan besaran sehingga mengurangi penjelasan yang panjang. Sementara itu pada gambar 11 terlihat ilustrasi dengan keterangan bahasa inggris yang mana kosakata yang dipakai memungkinkan tidak dipahami oleh peserta didik SMP. Sebaiknya diubah ke dalam bahasa Indonesia agar mudah dipahami.

Hal terakhir yang menjadi pembahasan adalah mengenai *The typing mistake*. Kesalahan penulisan memang hal yang bisa terjadi namun bisa berakibat yang kurang baik bagi peserta didik karena bisa menimbulkan kebingungan dan kesalahpahaman makna pada suatu materi (Nurjanah & Retnowati, 2018). Gambar 12 menunjukkan kesalahan penulisan yaitu tidak ada spasi antar keterangan dari dua gambar dan juga adanya kata “pada” yang tidak sesuai dengan kalimat pada keterangan. Ketidadaan spasi pada keterangan satu dengan yang lain dapat menimbulkan kebingungan keterangan ini milik ke dua gambar atau satu gambar sementara pada penambahan “pada” memberikan arti yang tidak jelas. Perbaikannya adalah dengan memberikan spasi antar keterangan dan juga menghapus kata “pada” di keterangan tersebut.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dari tulisan ini adalah bahwa dalam penyajian konten atau isi modul ajar yang di analisis didapat 5 penyebab ECL (*Extraneous Cognitive Load*). Kemudian kemunculan dari tiap penyebab sebagai berikut: *Split Attention* muncul sebanyak 5 kali, *the redundancy of information* muncul sebanyak 6 kali, *the lack of signaling* muncul sebanyak 6 kali, *the incoherence* muncul sebanyak 6 kali, dan *the typing mistake* muncul sebanyak 1 kali. Dengan total kemunculan untuk seluruhnya adalah 24 kali. Dampak dari penelitian ini adalah sebagai bahan evaluasi mengenai pengembangan modul yang ada untuk bisa dikembangkan lebih lanjut agar lebih memudahkan siswa dalam belajar serta dapat mengurangi *Cognitive Load* yang ada saat belajar matematika dengan menggunakan modul tersebut.

Penelitian ini hanya berfokus pada Modul Ajar Kelas VII, khususnya Modul 7, sehingga hasilnya tidak dapat digeneralisasi ke modul lain. Selain itu, tulisan ini belum meninjau aspek kekompleksan materi, sehingga dapat menjadi masukan untuk memperhatikan kompleksitas dan beban kognitif dalam penyampaian materi. Saran bagi peneliti atau pengembang modul ajar sebaiknya tidak hanya menekankan isi dan tampilan, tetapi juga cara penyajiannya. Informasi berupa teks dan gambar perlu disusun agar mudah dipahami dan tidak membingungkan siswa. Pengembang perlu memastikan keruntutan materi dan menempatkan gambar dalam satu frame dengan penjelasannya. Keterangan sebaiknya ditampilkan langsung pada gambar, bukan terpisah dalam kalimat. Upaya mengurangi extraneous cognitive load (ECL) perlu menjadi perhatian utama dalam pengembangan modul ajar.

Daftar Pustaka

- Asrowiah, O., Sujadi, I., & Slamet, I. (2021). Needs analysis of mathematics modules as learning materials in distance learning during covid-19 pandemic. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 597.
- Bakar, M. A. A., & Ismail, N. (2020). Testing the validity and reliability of metaseller tutoring module for the purpose of mathematics learning intervention. *Universal Journal of Educational Research*, 8(3 A), 35–41. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.081405>
- Ferdianto, F., & Alfiani, N. (2019). Digital module and treffinger model: Can improve mathematics ability. *Journal of Physics: Conference Series*, 1360(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1360/1/012035>
- Feriyanto, F., & Putri, R. O. E. (2020). Developing mathematics module based on literacy and Higher Order Thinking Skills (HOTS) Questions to Train Critical Thinking Ability of High School Students in Mojokerto. *Journal of Physics: Conference Series*, 1594(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1594/1/012014>
- Garnasih, T., Ar-Rosyidiyah, M., & Bandung, K. (2018). Kemampuan siswa dalam mengelola extraneous cognitive load pada pembelajaran klasifikasi tumbuhan dengan menggunakan apersepsi tayangan video. *Jurnal Program Studi Pendidikan Biologi Agustus*, 8(2).
- Karimah, S., Hidayah, N., & Utami, U. (2020). Developing mathematics module of Kapita Selekt course based on higher-order thinking skills for high school. *Journal of Physics: Conference Series*, 1663(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1663/1/012034>
- Lee, J. Y., Donkers, J., Jarodzka, H., Sellenraad, G., & van Merriënboer, J. J. G. (2020). Different effects of pausing on cognitive load in a medical simulation game. *Computers in Human Behavior*, 110. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106385>
- Lestari, P., Mardiyana, & Slamet, I. (2021). The need analysis of mathematics module based on problem-based learning to improve reasoning ability. *Journal of Physics: Conference Series*, 1776(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1776/1/012025>
- Lolang, E., Salsabya, F., Suhud, A., Yusmaniar Oktawati, U., & Ulimaz, A. (2023). Beban kognitif: Extraneous Cognitive Load (ECL) siswa yang dipengaruhi oleh e-learning berbasis google classroom. *Paedagogia : Jurnal Kajian, Penelitian Dan Pengembangan Kependidikan*, 14(2), 184–191. <https://doi.org/10.31764>
- Mayer, R. E., & Fiorella, L. (2014). Principles for reducing extraneous processing in multimedia learning: Coherence, signaling, redundancy, spatial contiguity, and temporal contiguity principles. In *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning, Second Edition* (pp. 279–315). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.015>
- Neuendorf, K. A. (2020). The Content Analysis Guidebook. In *The Content Analysis Guidebook*. <https://doi.org/10.4135/9781071802878>



- Nurjanah, A., & Retnowati, E. (2018). Analyzing the extraneous cognitive load of a 7th grader mathematics textbook. *Journal of Physics: Conference Series*, 1097(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1097/1/012131>
- Paas, F., & van Merriënboer, J. J. G. (2020). Cognitive-Load Theory: Methods to manage working memory load in the learning of complex tasks. *Current Directions in Psychological Science*, 29(4), 394–398. <https://doi.org/10.1177/0963721420922183>
- Retnowati, E., Ayres, P., & Sweller, J. (2017). Can collaborative learning improve the effectiveness of worked examples in learning mathematics? *Journal of Educational Psychology*, 109(5), 666–679. <https://doi.org/10.1037/edu0000167>
- Rukhmana, T., Wahyuni, L., Muhammadiyah, S., & Penuh, S. (2020). Pengembangan Modul Pembelajaran Matematika Berbasis Peta Pikiran pada Materi Peluang. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 16(2), 139–147.
- Saefudin, A. A., Aviori, K., & Ayuningtyas, K. (2019). Development of mathematics module based on M-APOS learning model to improve students' mathematical problem solving ability. *Journal of Physics: Conference Series*, 1254(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1254/1/012083>
- Schutz, P. A., & Muis, K. R. (2023). Handbook of Educational Psychology. In Handbook of Educational Psychology. <https://doi.org/10.4324/9780429433726>
- Sianturi, I. N., & Abdurrahman. (2019). Exploring multiple representation preference to develop students misconception inventory in measuring of students science conception awareness. *Journal of Physics: Conference Series*, 1233(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1233/1/012039>
- Sweller, J. (2012). Implications of Cognitive Load Theory for Multimedia Learning. In The Cambridge Handbook of Multimedia Learning (pp. 19–30). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511816819.003>
- Sweller J, Ayres P, & Kalyuga S. (2011). Cognitive Load Theory. Springer. <http://www.springer.com/series/8640>
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (2019). Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. In *Educational Psychology Review* (Vol. 31, Issue 2, pp. 261–292). Springer New York LLC. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5>
- Syafari. (2020). Developing analytic geometry module and cooperative learning models to improve critical thinking ability. *Journal of Physics: Conference Series*, 1462(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1462/1/012055>
- Taufikurrahman, T., Budiyo, & Slamet, I. (2021). Development of mathematics module based on meaningful learning. *AIP Conference Proceedings*, 2330. <https://doi.org/10.1063/5.0043239>
- Trypke, M., Stebner, F., & Wirth, J. (2023). Two types of redundancy in multimedia learning: a literature review. In *Frontiers in Psychology* (Vol. 14). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1148035>
- van Merriënboer, J. J. G., & Kester, L. (2012). The Four-Component Instructional Design Model: Multimedia Principles in Environments for Complex Learning. In The Cambridge Handbook of Multimedia Learning (pp. 71–94). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511816819.006>
- Za'Ba, N., & Prabawanto, S. (2019). The development of the problem-based learning module to facilitate students' mathematical reasoning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(3). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/3/032107>